

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

DIPLOMSKA NALOGA

**PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM ZA CILJNO
SPREMLJANJE RABE ENERGIJE**

Miran Jerman

Mentor: prof. dr. Juš Kocijan

Nova Gorica, 2006

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil svojemu mentorju prof. dr. Jušu Kocijanu za strokovno pomoč, nasvete in predloge pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se mu tudi, ker si je v času mojega študija vedno vzel čas zame in me pri mojem delu usmerjal. Posebna zahvala gre tudi doc. dr. Bogdanu Filipiču in doc.dr. Maji Bračič Lotrič za končne popravke in predloge.

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge gre moja zahvala tudi sodelavcem podjetja, v katerem sem pripravljal diplomsko delo, predvsem Karlu Turku, ki me je potrpežljivo poučeval in usmerjal pri mojem delu.

Rad bi se zahvalil tudi moji družini, ki mi je bila ves čas študija in izdelave diplomske naloge v veliko oporo.

IZVLEČEK

V diplomski nalogi je predstavljena izdelava sistema avtomatskega zajema podatkov za spremljanje rabe energije na podlagi analize potreb podjetja. V uvodnem delu so na kratko opisane teorija informacijskih sistemov, njihove bistvene sestavine in značilnosti ter njihova vloga in podpora v proizvodnem procesu.

Nato sledijo kratka predstavitev podjetja in nekoliko podrobnejša analiza trenutnega stanja zajema podatkov ter navedba problemov, ki so prisotni v sistemu. Opozarjamo na nekatere kritične pomanjkljivosti in podajamo načrtne predloge in rešitve pri zajemu podatkov za izboljšavo proizvodnega informacijskega sistema.

V jedru naloge smo osredotočeni na pripravo in predstavitev sistema ciljnega spremljanja rabe energije ter tehnično pripravo programskega orodja za njegovo izvedbo. Osrednji del zaključujemo s prilagoditvijo podatkovnega zajema potrebam podjetja ter izdelavo orodja za poročanje in analizo podatkov na lokalni ravni.

Končni rezultat diplomske naloge je razširitev izdelanega orodja izven lokalne ravni oziroma vključitev orodja za spremljanje rabe energije v svetovni splet, kar bo podjetju omogočalo boljši pregled nad porabo energije.

KLJUČNE BESEDE

Informacijski sistemi, proizvodnja, merilni sistemi, podatki, podatkovne baze, energenti, krmilniki, SCADA, analiza, orodje, poročila, splet.

ABSTRACT

In this diploma thesis we present the development of an automatic data acquisition system for energy consumption monitoring based on the analysis of the company's needs. In the introduction we describe in short the theory of information systems, their essential components and characteristics, and their role and support in the production process.

In the next part, there is a short presentation of the company and a more detailed analysis of the current situation on data acquisition and the description of problems present in the system. We also draw attention to some critical shortcomings and present systematic proposals and solutions related to data acquisition for the improvement of the production information system.

In the main part of the thesis we focus on the preparation and presentation of the system of target power consumption monitoring and the technical preparation of software for its realization. It is then followed by the optimization of data acquisition on the basis of determined company needs and the implementation of a tool for reporting and analysing data on a local scale.

The final result of the thesis is the extension of the developed tool outside the local scale or the connection of the tool for power consumption monitoring to the web. This will allow the company to have better overview on power consumption.

KEY WORDS

Information systems, manufacture, measurement systems, data, databases, power products, controllers, SCADA, analysis, tool, reports, web.

KAZALO

1. UVOD.....	1
2. INFORMACIJSKI SISTEMI.....	2
2.1. SESTAVINE INFORMACIJSKEGA SISTEMA.....	3
2.2. PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEMI.....	5
2.3. INFORMACIJSKA PODPORA PROIZVODNEMU PROCESU.....	6
3. AVTOMATSKI ZAJEM PODATKOV ZA POTREBE PROIZVODNE INFORMATIKE V PODJETJU	7
3.1. OPIS PODJETJA	7
3.1.1. Organizacijska struktura.....	7
3.2. OPIS TEHNOLOŠKIH ENOT V PODJETJU	8
3.2.1. Proizvodne linije.....	8
3.2.2. Energenti.....	9
3.2.3. Krmilniki ter sistemi nadzora in vodenja.....	9
3.3. ANALIZA OBSTOJEČEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA SPREMLJANJE RABE ENERGIJE V PODJETJU.....	10
3.3.1. Pomanjkljivosti sistema.....	11
3.4. PREDLOGI ZA IZBOLJŠAVO TER IZPOPOLNITEV INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA SPREMLJANJE RABE ENERGIJE.....	12
3.4.1. Obravnava plina v proizvodnem informacijskem sistemu.....	13
3.4.2. Odprava odstopanj arhivirane porabe sistema od dejanske porabe.....	14
3.4.3. Vzpostavitev nove podatkovne baze za spremljanje rabe energije.....	14
3.4.4. Prilagoditev zajema potrebam podjetja.....	14
4. CILJNO SPREMLJANJE RABE ENERGIJE.....	15
4.1. PRIPRAVA NA CILJNO SPREMLJANJE RABE ENERGIJE.....	16
4.1.1. Nameščanje merilnikov.....	16
4.1.2. Uvajanje postopkov za zbiranje podatkov.....	16
4.1.2.1. Pogostost zbiranja podatkov.....	17
4.1.2.2. Način zbiranja podatkov.....	17
4.1.3. Ustanovitev centrov za nadzor stroškov za energijo – CNE.....	17
4.1.4. Programska oprema za analizo podatkov	18

5. TEHNIČNA PRIPRAVA ORODJA ZA CILJNO SPREMLJANJE RABE ENERGIJE V PODJETJU	19
5.1. PREGLED MERILNIH SISTEMOV.....	19
5.2. IZBIRA USTREZNIH MERILNIKOV.....	19
5.2.1. <i>Splošno o turbinskih merilnikih</i>	20
5.3. ŽELENA PODROČJA MERJENJA.....	21
5.3.1. <i>Glavni plinski cevovod</i>	21
5.3.1.1. Merilnik Instromet SM-RI-X	22
5.3.1.2. Korektor Instromet model 333.....	22
5.3.2. <i>Plinska kotlovnica</i>	23
5.3.3. <i>Pražarna kave</i>	24
5.4. POVEZAVA MERILNIKOV S KRMILNIKI.....	25
5.5. VERSAPRO OD KONFIGURIRANJA DO PROGRAMIRANJA.....	25
5.5.1. <i>Splošno o lestvičnem diagramu</i>	27
5.5.2. <i>Programiranje krmilniških sistemov</i>	27
5.5.2.1. Trenutni pretok plina.....	28
5.5.2.2. Mesečna poraba plina.....	28
5.6. SCADA.....	30
5.6.1. <i>Procesna baza</i>	30
5.6.2. <i>Delovno okolje</i>	31
5.7. iHISTORIAN.....	33
6. PRILAGODITEV ZAJEMA PODATKOV V BAZI SQL POTREBAM PODJETJA.....	36
7. ORODJA ZA POROČANJE IN ANALIZO PODATKOV NA LOKALNI RAVNI.....	38
7.1. ORGANIZACIJA INFORMATIKE V ENERGETIKI.....	38
7.2. POROČILA IN POROČANJE.....	38
7.3. PREDLOGI ZA RAZŠIRITEV ORODJA IZVEN LOKALNE RAVNI.....	40
8. SPLETNO ORODJE ZA POROČANJE IN ANALIZO PODATKOV.....	41
8.1. PHP IN PREDNOSTI SPLETNEGA ORODJA.....	41
8.2. SPLETNO PROGRAMIRANJE V JEZIKU PHP TER IZDELAVA SPLETNEGA ORODJA.....	41

9. ZAKLJUČEK.....	43
10. LITERATURA.....	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Organizacijska struktura podjetja.....	8
Slika 2: Nadzorni sistem energetike s krmilniki.....	10
Slika 3: Turbinski merilnik.....	20
Slika 4: Shema merilnih področij v podjetju.....	21
Slika 5: Merilnik Instromet SM-RI-X.....	22
Slika 6: Korektor Instromet.....	23
Slika 7: Merilnik KromSchroder DM 25R25.....	24
Slika 8: Shema povezave merilnega sistema s krmilnim sistemom.....	25
Slika 9: Programska oprema VersaPro.....	26
Slika 10: Program za spremljanje mesečne porabe plina z VersaProjem.....	29
Slika 11: Scadino delovno okolje v izvajalskem načinu.....	32
Slika 12: Delovno okolje, ki temelji na zgodovini pretokov.....	33
Slika 13: Intelutionova programska oprema iHistorian.....	35
Slika 14: Podatkovna baza MS SQL 2000.....	36
Slika 15: Vmesnik za tvorjenje poročil za spremljanje rabe energije.....	39
Slika 16: Spletno orodje za spremljanje rabe energije.....	42

1. UVOD

Podjetja se vse bolj zavedajo pomena avtomatizacije. Zaradi velikih investicijskih stroškov se odločajo za postopno avtomatizacijo. Razmišljajo na racionalen način in vlagajo v segmente, kjer lahko najhitreje zmanjšajo stroške in povečajo dobiček. Eden ključnih pomenov avtomatizacije je izgradnja proizvodnega informacijskega sistema. Pri izgradnji se srečujemo z različnimi načini uvajanja in različnimi orodji, ki jih pri tem uporabljamo. Tudi ključni cilji in z njimi povezane funkcije proizvodnega informacijskega sistema se lahko od primera do primera razlikujejo. Pa vendar lahko trdimo, da je zajem realnih procesnih podatkov eno ključnih vprašanj, s katerim se pri gradnji proizvodnih informacijskih sistemov srečujemo ves čas.

Namen diplomske naloge je izvedba sistema avtomatskega zajema podatkov za spremljanje rabe energije na podlagi podrobnejše analize obstoječega informacijskega sistema ter analize potreb podjetja. Cilj naloge pa je podati načrtne predloge in rešitve pri zajemu podatkov za izboljšavo proizvodnega informacijskega sistema v podjetju, te rešitve uvesti in ovrednotiti.

Obravnavano podjetje bo ostalo neimenovano zaradi določenih razkrivanj tehnologije. Podjetje je primerno za predstavitev proizvodnega informacijskega sistema z drugega zornega kota, to je zajema realnih podatkov iz proizvodnje, in uporabo teh podatkov v proizvodnem informacijskem sistemu. Skušali bomo predstaviti trenutno stanje zajema podatkov in probleme, ki so pri tem prisotni, opozoriti na nekatere manjše pomanjkljivosti sistema ter predstaviti možne rešitve enega izmed problemov, ki je rešljiv z izboljšavo avtomatskega zajema podatkov.

Naloga povezuje začetek tega informacijskega sistema z že obstoječim poslovnim in predstavlja začetek novega sistema, ki se bo predvidoma gradil naprej in izpopolnjeval. Pomembno je videti končne cilje takšnega sistema, četudi do cilja pridemo postopoma, glede na finančne zmožnosti.

2. INFORMACIJSKI SISTEMI

Pri analizi opredelitev informacijskih sistemov ugotovimo, da vse govorijo o primerno povezanih sestavinah, ki omogočajo odvijanje procesov, v katerih nastajajo informacije.

Najpogosteje srečujemo naslednji definiciji:

- informacijski sistem je organizirana celota medsebojno povezanih sestavin, ki imajo namen oblikovati informacije ter hraniti podatke (Turk, 1987, str.16),
- informacijski sistem je samostojen, zaključen sistem, katerega funkcije lahko vnaprej določimo na osnovi analize konkretnega primera (Kovačič in Vintar, 1994, str. 41).

Namen informacijskega sistema je zagotavljanje informacij, ki so potrebne za odločanje pri vodenju na vseh področjih organizacije. Vzporedno s postavljenimi cilji je potrebno ugotavljati, ali bomo z obstoječim informacijskim sistemom zagotovili dovolj pravočasnih, zanesljivih in ustreznih informacij.

Sodobni računalniško podprti informacijski sistemi navadno niso prilagojeni potrebam podjetja. Informacije, ki največkrat izhajajo iz neažurnih podatkov o preteklih dogodkih, so neustrezne celo za delo na operativnem nivoju, kaj šele na ostalih odločitvenih nivojih, kot na primer vrednotenje stroškov poslovanja, ad hoc odločanje ter operativno in strateško planiranje, ki so v celoti zanemarjeni (Gabrovec, 2006, str. 6).

Dandanes so nekatere računalniške obdelave še vedno paketno zasnovane znotraj računalniških centrov podjetja. Velik problem, ki se pojavlja pri sodobnih informacijskih sistemih, so pogoste kasnitve obdelav podatkov znotraj istih centrov. Iz prakse vemo, da so informacije velikokrat potrebne prav v vsakem trenutku. Vzrok vseh problemov tiči v pomanjkanju medsebojno povezanih obdelav paketno zasnovanega informacijskega sistema, ki so posledica raznih podatkovnih in postopkovnih, ponavadi parcialnih obdelav. S takšnim načinom dela običajno naletimo na težave kot so večkratni vnos podatkov, neprimerljivost podatkov znotraj in med poslovnimi sistemi, nepotreben časovni zamik med poslovnimi dogodki in rezultati obdelav ipd.

Pri mnogih programskih paketih kupljenih na tujem, katerim poskušamo prilagoditi organizacijske rešitve, pride do tovrstnih težav. Informacijski sistemi bi se morali prilagoditi organizacijskim sistemom in ne obratno. Od njih se zahteva sposobnost prilagajanja spreminjajočim se informacijskim potrebam, kar označujemo kot prilagodljivost informacijskih sistemov.

Problem je v tem, da šele z združitvijo programov in ljudi dobimo pravo podobo celote, zato se napačne odločitve pokažejo pozno, obenem pa je uvajanje precej naporno in skoraj podobno menjavi kake ideologije. Reklamacije so komplicirane, drage ali pa celo nemogoče.

2.1. Sestavine informacijskega sistema

Brez naslednje sestave si ne moremo predstavljati informacijskega sistema (Lesjak, 2002, str. 20–21):

- ljudje,
- programska oprema,
- strojna oprema,
- informacije in podatki ter
- metode in načini povezovanja in usklajevanja.

Ljudje (angl. lifeware)

Ljudje so nujno potrebni pri izvajanju aktivnosti v procesih. Izvajajo aktivnosti zajemanja ali vnosa, obdelave, izhoda, pomnjenja in nadzora, ki preoblikujejo podatke v koristne informacije. Ta vir obsega računalniške in informacijske strokovnjake na eni ter uporabnike na drugi strani. Računalniški in informacijski strokovnjaki so analitiki, programerji, vodje projektov, načrtovalci, računalniški operaterji in drugo vodstveno, tehnično ter administrativno osebje, ki razvijajo in izvajajo informacijske procese. Medtem ko so uporabniki ljudje, ki uporabljajo informacijski sistem oz. informacije, ki jih le-ta zagotavlja.

Programska oprema (angl. software)

Posplošeno so to namenska orodja, s katerimi ljudje izvajajo aktivnosti v procesu. Običajno si podjetja programske opreme nabavijo v paketu. Kasneje jih računalniški strokovnjaki priredijo po potrebah podjetja. Programi, ki sodijo med orodja, pokrivajo različne potrebe podjetij: obdelava in shranjevanje podatkov, predstavitvena grafika, urejanje besedil, preglednice ipd.

Strojna oprema (angl. hardware)

Strojno opremo predstavljajo vse fizične naprave in pripomočki, ki jih uporabljamo v informacijskem procesu.

Podatki

Predstavljajo izhode namenskih orodij proizvodnega procesa. Poznamo strukturirane in nestrukturirane podatke. Strukturirani podatki so obdelani podatki, namenjeni takojšnji uporabi, saj vsebujejo določen niz informacij, ki za uporabnika predstavljajo vrednost, medtem ko je nestrukturirane podatke potrebno še ažurirati, obdelovati, izluščiti iz njih uporabne informacije ipd.

Informacije

So osnovni razlog obstoja vseh informacijskih virov in aktivnosti informacijskega sistema. Potrebno jih je le zagotoviti uporabnikom v najrazličnejših oblikah (ponavadi so to poročila v papirni obliki).

Ker informacijski sistem temelji na sistematično zasnovani in uvedeni množici organizacijskih pravil, ki opredeljujejo zadovoljevanje informacijskih potreb (posredovanje informacij), določajo informacijske tokove, metode in načine obdelave podatkov, kot tudi metode razvijanja informacijskega sistema in procesa, moramo kot zadnjo sestavino omeniti še:

Metode in načine usklajevanja ter povezovanja sestavin informacijskega sistema, ki omogočajo njihovo povezovanje v skladno, funkcionalno, učinkovito in uspešno celoto (angl. orgware) (Gabrovec, 2006, str. 9).

2.2. Proizvodni informacijski sistemi

Proizvodnja je zavestno dejanje proizvodjanja nečesa koristnega. To koristno je proizvod, ki pa je lahko materialni izdelek ali nematerialna storitev. Samo proizvodjanje oz. izdelavo proizvodov pa imenujemo proizvodni proces. Znotraj njega nam proizvodni informacijski sistem dopušča in omogoča dostop do želenih informacij.

Ključ za uspešno obvladovanje proizvodnje je dobro poznavanje podatkov znotraj proizvodnega procesa. Omogoča zadovoljivo pripravljanje proizvodnih procesov ter podatkov iz kontrole in analize proizvodnih procesov, ki pripomorejo k nadaljnjim izboljšavam ali vsaj vzdrževanjem uspešnosti teh procesov. Pri tem je smotno ocenjevanje uspešnosti procesa ob zahtevani količini in kvaliteti izdelkov oz. storitev.

Znotraj iste proizvodnje je običajno vključenih več različnih, medsebojno odvisnih ali pa neodvisnih proizvodnih procesov. Za vse te različne vrste proizvodnih procesov so obenem različne tudi osnove za informacijske sisteme. Informacijskim sistemom je potrebno zagotoviti zadovoljivo točnost in zanesljivost ter še posebej pravočasnost podatkov. Na ta način zagotovimo ustrezne osnove za uspešno odločanje pri vodenju proizvodnje in posledično poskrbimo za uspešno vodenje podjetja.

Vodenje proizvodnih procesov z računalniško podporo oz. računalniškim obravnavanjem podatkov v veliki meri pripomore k izboljšanju zanesljivosti in hitrosti obdelav podatkov.

Vsi proizvodni sistemi se med seboj razlikujejo, vsak je po svoje edinstven, nikoli ne more biti več popolnoma enakih sistemov. Razlike med sistemi se kažejo v okolju, v katerega so nameščeni, v notranji strukturi in vsebini podsistemov. Zaradi tega so unikatni celo njihovi regulacijski in poslovni informacijski sistemi.

2.3. Informacijska podpora proizvodnemu procesu

Pri uvajanju sodobnih metod dela v proizvodnem procesu je potrebno posvetiti več pozornosti tudi organizacijskim in informacijskim sistemom. Sodobni informacijski sistemi, ki jih srečujemo v vsaki modernejši organiziranosti podjetja, pripomorejo k racionalnejši organiziranosti podjetja. S povečanjem zmogljivosti in razširitvijo strojne opreme, predvsem pa z izboljšanjem programskih rešitev pripomoremo h kakovostnejšim informacijam, ki vodijo podjetje k dolgoročnemu uspehu.

Proizvodni informacijski sistem zahteva takojšne, nemudne informacije, saj želimo imeti v vsakem trenutku sveže (trenutne) ali stare (arhivirane) informacije. Obenem je tako tudi zahtevnost s strani informacijske podpore toliko večja, saj si v vsaki sodobno razviti organizaciji želimo razumljive in preglednejše oblike pregledovanja informacij (grafikoni, gantogrami, drevesne strukture itd.).

Proizvodni informacijski sistem delimo na štiri glavna področja: planiranje proizvodnje, ki določa vse aktivnosti o pridobitvi informacij za delo podjetja, pripravo na izvedbo in zagotavljanje pogojev, izvajanje proizvodnega plana in poprodajne aktivnosti, kot so servis, odziv trga ipd. (Podbregar, 2004, str. 382).

3. AVTOMATSKI ZAJEM PODATKOV ZA POTREBE PROIZVODNE INFORMATIKE V PODJETJU

Sprva bomo na kratko predstavili podjetje, nato pa podrobneje opisali nekatere tehnološke enote. V nadaljevanju bomo analizirali obstoječi informacijski sistem za spremljanje rabe energije v podjetju ter navedli njegove pomanjkljivosti, s katerimi se podjetje neprestano srečuje in sooča. Po preučitvi obstoječega sistema bomo podali načrtne predloge za njegovo izboljšavo in izpopolnitev.

3.1. Opis podjetja

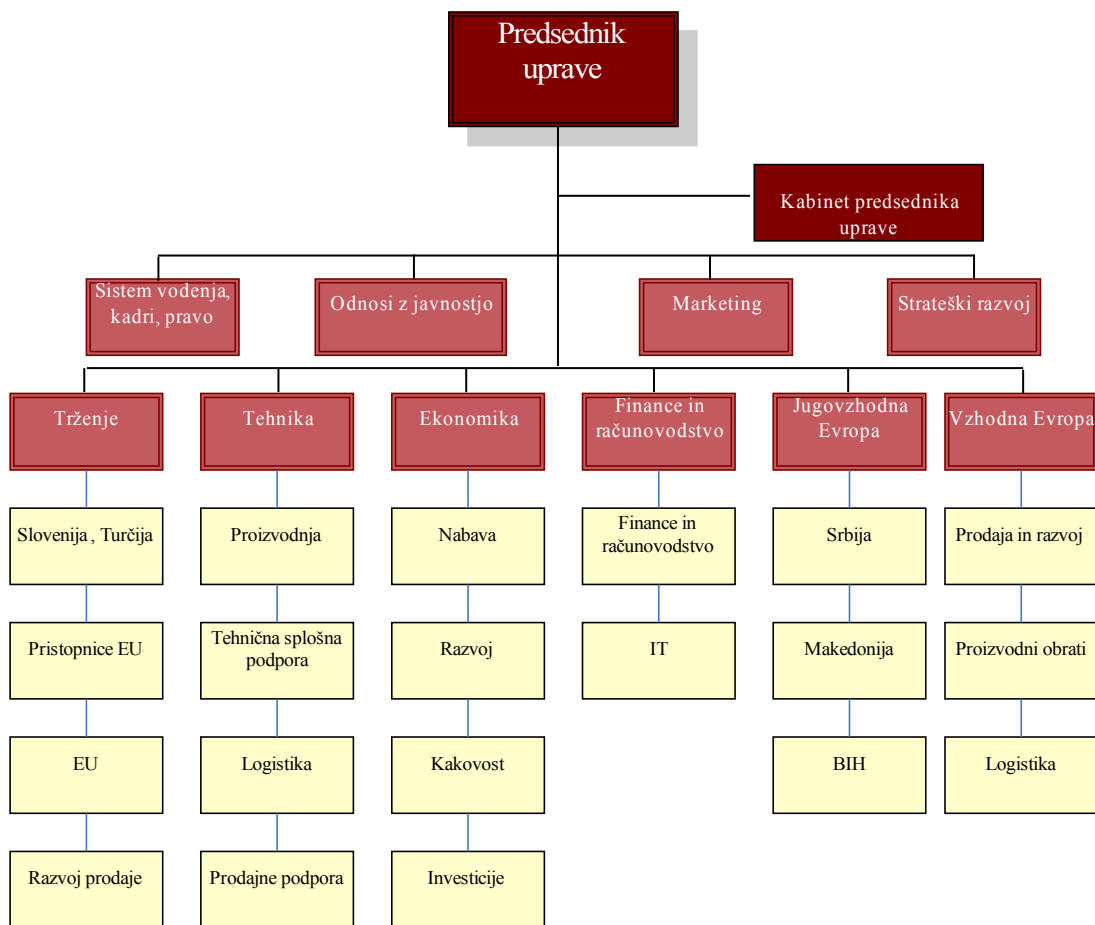
Podjetje proizvaja in trži živilske izdelke visoke kakovosti in uveljavljenih blagovnih znamk po vsem svetu. Polstoletno tradicijo in izkušnje bogatijo z znanjem ter združujejo z najsodobnejšimi tehnikami in tehnologijami proizvodnje. Podjetje odlikuje tržna usmerjenost in tradicija v prehrabeni industriji.

Zgodovina družbe pomni združitve dveh podobnih podjetij z namenom povečanja tržne moči in rasti družbe. Proces združevanja je predvideval reorganizacijo in konsolidacijo družbe ter na ta način razširitev in obogatitev začetne dejavnosti, posodobitev proizvodnje, trženja in organizacije.

3.1.1. Organizacijska struktura

Obravnavano podjetje je organizirano kot delniška družba z delovanjem na različnih lokacijah po Sloveniji. Njegova matrično-funkcijska organizacijska struktura obsega pet vodstvenih ravni (slika 1):

- uprava,
- poslovne funkcije in profitni centri,
- poslovna področja in štabne službe,
- oddelki,
- skupine.



Slika 1: Organizacijska struktura podjetja

3.2. Opis tehnoloških enot v podjetju

3.2.1. Proizvodne linije

Proizvodne linije so avtomatizirane s krmilniki proizvajalca Siemens Simatic S7 in GE Fanuc serije 90-30. Obratujejo samostojno in shranjujejo podatke, ki omogočajo neprestani nadzor nad delovanjem posamezne linije. Krmilniki nenehno posredujejo podatke o učinkovitosti, napakah in zastojih posamezne linije, ki so lepo razvidne na sistemu za nadzor in zajemanje podatkov SCADA (angl. Supervisory Control and Data Acquisition). Čedalje večje zahteve po sprotnem zajemanju podatkov za uvedbo programa za ciljno spremljanje rabe energije pa so vodile k pripravi predloga za zajemanje in arhiviranje podatkov s posameznih linij.

3.2.2. Energenti

Tovarna se napaja z električno energijo preko 1 do 35 kV omrežja iz Elektro Primorske. V sklopu tovarne je stikališče, ki napaja visokonapetostno transformatorsko postajo. Obračuni meritev so enotarifni. Gibanja mesečnih porab elektrike in ostalih energentov so odvisna predvsem od proizvodnje in obsega njenega dela.

Za potrebe proizvodnje podjetje nabavlja utekočinjeni naftni plin (UNP) obalnega dobavitelja Butan in sicer neposredno preko obalnega plinovoda. Porabniki skupnega prometa so:

- kotlarna s sestavo dveh 5,5 MW kotlov,
- pražarna kave in
- katalizator.

Problem pri plinu je ta, da ni vključen v proizvodni informacijski sistem. Do sedaj sta se kontrola in analiza porabe energenta opravljali po običajni metodi ročnega odčitavanja in vnašanja podatkov v računalnik. O problemu ročnega odčitavanja in njegovi možni rešitvi nekoliko več v nadaljevanju.

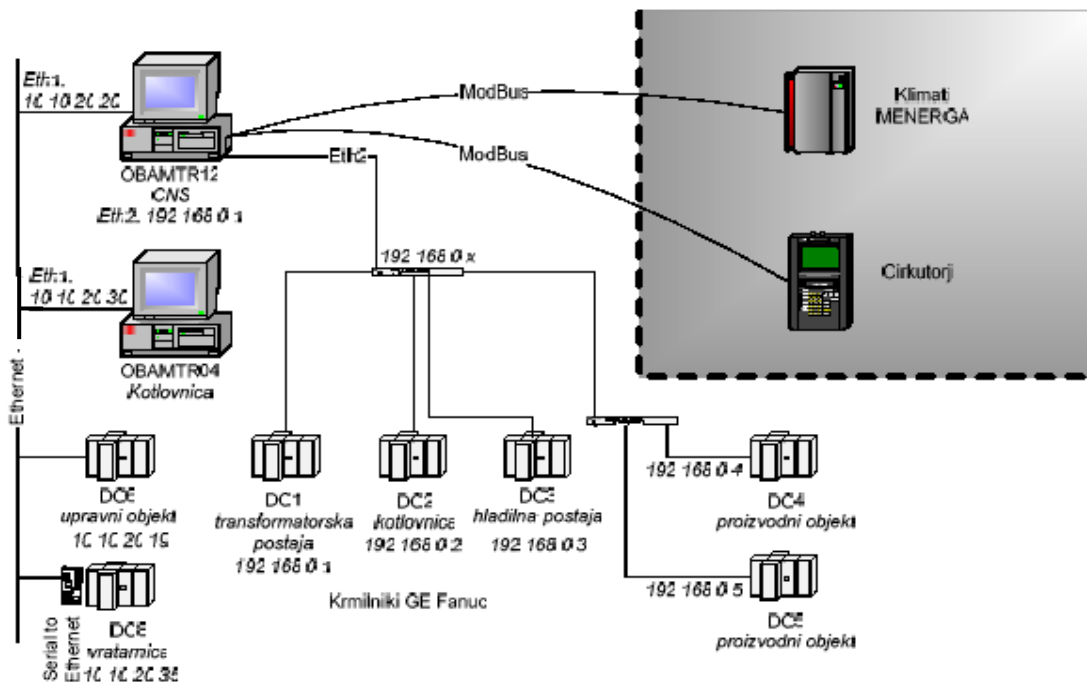
V skupino energentov smo ravno tako kategorizirali vodo, ki priteka v tovarno iz komunalnega omrežja pitne vode Rižanskega vodovoda Koper. Uporablja se tako za sanitarne kot tehnološke namene. Večji tehnološki porabniki so:

- hladilna postaja,
- uparjalnik energetskega objekta,
- avtoklavi za sterilizacijo konzervirane prehrane,
- nenehno pranje proizvodnje itd.

3.2.3. Krmilniki ter sistemi nadzora in vodenja

Večina proizvodnih linij je avtomatiziranih s krmilniško opremo (angl. Programmable Logic Controller – PLC) Simatic S7, zelo malo oz. skoraj nič pa z relejskim poljem. Vsa obstoječa PLC oprema je povezljiva na računalniške sisteme, samo pri starih relejskih poljih tega ni mogoče izvesti. V omenjeni krmilniški opremi so za zajemanje podatkov uporabljeni krmilniki GE Fanuc serije 90-30. Krmilniki so

med seboj in z nadzornim programom povezani preko Etherneta s protokolom TCP/IP. Za potrebe nadzora in arhiviranja se uporablja programska oprema Intellution (Fix, iFix in iHistorian). Posamezna vozlišča iFixa dopuščajo neomejeno obravnavo vhodno/izhodnih enot, ti pa so precej izkoriščeni. Na sliki 2 je prikazana topologija naprav energetskega sistema s strežnikom SCADA OBAMTR12 in postajo SCADA View OBAMTR04 ter priključenimi krmilniki GE Fanuc in drugimi sistemi, na katere se povezuje nadzorni sistem.



Slika 2: Nadzorni sistem energetike s krmilniki

3.3. Analiza obstoječega informacijskega sistema za spremljanje rabe energije v podjetju

Za svoje poslovanje podjetje uporablja informacijski sistem podjetja Metronik, ki zajema celotno poslovanje podjetja. Aplikacija, ki jo je Metronik izdelal s programskim orodjem iFix se v celoti izvaja na strežniku. Znotraj poslovnega informacijskega sistema je zajet tudi energetskega informacijski sistem, ki poleg energetskega nadzora izvaja še spremljanje rabe energije.

Zaradi enotnosti opreme kot tudi integracije z informacijskim sistemom z uvedbo predvidenih nadzornih sistemov in spremljanjem rabe energije je bil predhodno predlagan sistem s krmilnikom GE 90-30 in nadzorni sistem iFix proizvajalca

Intellution. Sistemi SCADA Fix oz. iFix tako omogočajo nadzor porabe električne energije in vode.

Obstoječi energetski informacijski sistem obsega podatkovni zajem trenutnega pretoka (kW/h in m³/h) obeh energentov na posamezni energetski napravi ter seštevke tekoče mesečne porabe energenta. Možnost spremljanja porabe je iz nadzornega sistema SCADA nekoliko pomanjkljiv oz. nepregleden, saj vsebuje le vrednosti trenutnih meritev v realnem času. Pregled podrobnejše dnevne porabe in arhivirane zgodovine porabe pa omogoča specifično procesno podatkovno skladišče iHistorian, prav tako proizvajalca Inteluttion.

Zaradi številnih procesnih podatkov se njihovo arhiviranje oz. zbiranje izvaja tudi na zmogljivejši, zanesljivejši relacijski podatkovni bazi MS SQL 2000 proizvajalca Microsoft. Povezava je vzpostavljena preko dveh sistemskih gonilnikov ODBC (angl. Open Database Connectivity) (za trenutne in arhivirane podatke), ki omogočata, da druge aplikacije iFix vidijo kot ODBC strežnik. Iz te podatkovne baze pa je z ustreznim programskim orodjem možno ustvarjati oz. tvoriti poročila, kakršna si podjetje želi. V ta namen je v okviru Microsoftove programske opreme Access izdelano orodje, s katerim je mogoč vpogled in poizvedba v podatkovno bazo MS SQL 2000.

3.3.1. Pomanjkljivosti sistema

Ob podrobnejši analizi informacijskega sistema za spremljanje rabe energije smo naleteli na vrsto pomanjkljivosti, ki jih nameravamo razrešiti. Prva večja pomanjkljivost je, da proizvodni informacijski sistem ne vsebuje avtomatskega zajema porabe plina v proizvodnji. Podjetje namreč še vedno uporablja klasičen pristop ročnega zbiranja podatkov z merilniki oz. zbiralniki podatkov. Tak sistem ima pred popolnoma samodejnim (avtomatskim) več pomanjkljivosti, te pa lahko vključujejo (Fatur in Sitar, 1999, str. 13):

- nečitljivo napisani rezultati meritev,
- napačne meritve,
- problemi pri branju pisave drugih ljudi,
- napačen vnos v računalnik ipd.

Poleg tega je pri ročnem zbiranju podatkov, z zbiralnikom ali brez njega, potrebno upoštevati naslednje (Fatur in Sitar, 1999, str. 13):

- vsaj nekaj zaposlenih mora vedeti za lokacije vseh merilnih mest, saj je v primeru odsotnosti potrebno zagotoviti namestnika za manjkajočega posameznika,
- meritve naj potekajo tako, da se merjena poraba ujema s podatki iz proizvodnje,
- za učinkovitejše spremljanje je treba odčitavati meritve vsak teden ob istem času,
- večja industrijska podjetja morajo posvečati nekoliko več časa meritvam.

Uporabo informacijskega sistema za spremljanje rabe energije dodatno onemogoča neskladnost oz. neprimerljivost arhiviranih podatkov sistema z dejansko porabo energenta na mesečnih računih. Odstopanja so velika do te mere, da je sistemu upadla funkcionalnost. Vzroki odstopanj so bodisi napake v krmilniškem programu posamezne merilne naprave bodisi napake SQL (angl. Structured Query Language) programa znotraj podatkovne baze. Odstopanja povzročajo tudi manjkajoči podatki, ki jih sistem ne utegne arhivirati zaradi izpada podatkovne baze na glavnem strežniku. Tako se srečamo še z eno težavo, da arhiviranje številnih podatkov poteka na eni sami podatkovni bazi, od katere so odvisni vsi procesi.

Vodstvo je na podlagi novih energetskega povpraševanj ugotovilo potrebo po razčlenjenih, specifičnih poročilih, ki pa jih obstoječe orodje ni primoglo. Tako se srečamo še z zadnjim problemom, to je neprilagojen avtomatski zajem podatkov glede na potrebe podjetja.

3.4. Predlogi za izboljšavo ter izpolnitev informacijskega sistema za spremljanje rabe energije

Glavni problem je, da šele ob združitvi programov in ljudi dobimo pravo podobo celote, zato se napake vzpostavljenega sistema pokažejo pozno. Tako je prišlo do novih idej in zamisli, kako sistem avtomatskega zajema še izboljšati in izpolniti.

Prišli smo do ugotovitve, da bi lahko trenutne pomanjkljivosti sistema kratkoročno odpravili z uresničitvijo navedenih predlogov:

- obravnavo plina v proizvodnem informacijskem sistemu,
- odpravo odstopanj arhivirane porabe sistema od dejanske porabe,
- vzpostavitvijo nove podatkovne baze za spremljanje rabe energije,
- in prilagoditvijo zajema potrebam podjetja.

3.4.1. Obravnava plina v proizvodnem informacijskem sistemu

S popolnoma samodejnim zbiranjem podatkov o porabi plina, bi odpravili pomanjkljivosti dosedanjega ročnega zbiranja podatkov. Razen stroškov in daljšega obdobja, ki je potreben za uvedbo sistema, ta prinaša neprimerljive prednosti, ki se bodo pokazale s časom. Odpravljeni bodo časovni zamik in napake meritev, ki so se do sedaj pogosto pojavljale. Glavna prednost je, da avtomatski zajem prilagodimo potrebam podjetja (npr. frekvenco odčitavanja meritev določimo po izmenah proizvodnje ipd.).

Vključitev obravnave plina v proizvodni informacijski sistem je zahtevala izpolnitev naslednjih nalog:

- analiziranje in ugotavljanje stanja obstoječih merilnih sistemov ter možnosti za njihovo morebitno menjavo,
- iskanje najprimernejše ponudbe novih merilnikov,
- nameščanje in povezava ustreznih merilnih sistemov s krmilniki,
- spoznavanje programske opreme Versa Pro ter celotna priprava podatkov na PLC nivoju,
- priprava ustrezne aplikacije na sistemu SCADA iFix,
- konfiguriranje arhiviranja v iHistorianu,
- vzpostavitev prenosa podatkov iz SCADE na procesno podatkovno bazo Misrosoft SQL 2000.

3.4.2. Odprava odstopanj arhivirane porabe sistema od dejanske porabe

Z natančno preučitvijo avtomatskega zajema podatkov elektrike in vode, bi ugotovili in razrešili izvor napake znotraj sistema. Napaka v odstopanju lahko izvira iz krmilniškega programa, procesne baze sistema SCADA iFix ali pa je napaka le rezultat napačnega zapisa ene od procedur znotraj podatkovne baze SQL. Z njeno odpravo bi proizvodni informacijski sistem za spremljanje rabe energije pridobil na funkcionalnosti.

3.4.3. Vzpostavitev nove podatkovne baze za spremljanje rabe energije

Na novem strežniku bi ustvarili podatkovno bazo, ki bi zajemala le porabo energentov. Posledično bi razbremenili glavno podatkovno bazo celotnega proizvodnega sistema in odpravili njegove občasne izpade.

3.4.4. Prilagoditev zajema potrebam podjetja

Prvotno zasnovan informacijski sistem za spremljanje rabe energije ni bil povsem usklajen s potrebami podjetja. Sistem bi glede na potrebo prilagodili v taki meri, da bi podjetje z ustreznimi poročili nenehno spremljalo porabo energentov. V okviru programske opreme Microsoft Accessa bi ustvarili orodje oz. direktorski gumb, ki bi v vsakem trenutku omogočal sumarni pregled in vrednotenje gibanja glavnih kazalcev porabe in stroškov energije. Poleg splošnega sumarnega pregleda bi v podjetju uskladili še izmensko odčitavanje porabe in porabo energentov znotraj posameznega stroškovnega mesta v podjetju.

4. CILJNO SPREMLJANJE RABE ENERGIJE

Energetski prihranki so v veliki meri odvisni od kvalitete spremljanja porabe in stroškov energije. Ustrezna določitev in spremljanje merilnih mest je osnova za uspešen nadzor. Podatki kažejo, da je v slovenskih podjetjih premalo merilnih mest, pa še ta so večinoma zanemarjena. Za celovit nadzor nad porabo in stroški energije je v srednjih in večjih podjetjih, kjer letni stroški za energijo znašajo več deset milijonov SIT, nujna uvedba sistema ciljnega spremljanja rabe energije (Fatur in Sitar, 1999, str. 3).

V splošnem je stanje na področju spremljanja porabe energije zadovoljivo, vendar se še vedno izgublja v povprečju od 3% do 7% stroškov za energijo, kar je posledica neustreznega spremljanja energetske porabe, nepoznavanja posameznih specifičnih parametrov, neustreznega poročanja in predvsem časovnega zamika med spremembami, ki vplivajo na bistveno povečanje porabe energentov in dejansko ugotovitvijo stanja. Iskanje razlogov in odgovornosti za nastanek nepotrebnih stroškov je po določenem času največkrat jalovo početje.

Spremljanje rabe energije ni zgolj namestitve programske opreme, temveč predvsem izdelava pristopa k nepretrganemu vrednotenju porabe in stroškov za energijo. Sistem je zasnovan nivojsko in omogoča pregled in kontrolo dogajanj v podjetjih na področju energetike od direktorja do energetikov, vzdrževalcev in tehnologov.

Sistem spremljanja rabe energije temelji na merjenih vrednostih, tako energetske kot proizvodnih veličinah. Prvi koraki kompleksnejšega spremljanja porabe energije so se začeli z izgradnjo nadzornih sistemov. Teh je v slovenski industrijski energetiki vgrajenih že kar nekaj. V osnovi jih lahko razdelimo na nadzorne sisteme, ki omogočajo zgolj ekranski prikaz in alarmiranje energetske parametrov po posameznih področjih ter nadzorno regulacijske sisteme, ki poleg tega omogočajo še vodenje in regulacijo energetske, proizvodnih ali drugih procesov (na primer omejevanje električne konice ali konice zemeljskega plina, vodenje kotlovnice, kompresorske postaje in drugo).

Eno od osnovnih vprašanj pri izdelavi energetskega informacijskega sistema je, kakšne merilnike potrebujemo in kam jih vgraditi. Pri izbiri ustreznih merilnikov je najprej potrebno analizirati dejansko stanje energentov v proizvodnji, na podlagi

česar izberemo ustrezne ponudbe posameznih merilnikov. Osredotočeni moramo biti na avtomatsko zajemanje podatkov, ki je nujno, ko potrebujemo podatke za krmiljenje procesov. Prednost avtomatskega zajemanja podatkov je tudi v natančni določitvi časa odčitka ter v izničenju subjektivne napake odčitovalca.

Razlogi za spremljanje rabe energije (Fatur in Sitar, 1999, str. 4):

- večji prihranki energije (med 5% in 15%),
- boljša koordinacija energetskega menedžmenta,
- manjši proizvodni stroški,
- večji proračun,
- boljše preventivno vzdrževanje ipd.

4.1. Priprava na ciljno spremljanje rabe energije

Uvedba sistema ciljnega spremljanja rabe energije v srednjih in večjih podjetjih zahteva (Fatur in Sitar, 1999, str. 10):

- namestitev merilnikov,
- uvajanje postopkov za zbiranje podatkov,
- ustanovitev centrov za nadzor stroškov za energijo – CNE,
- programsko opremo za analizo podatkov.

4.1.1. Nameščanje merilnikov

Ena od osnov pri izdelavi sistema za spremljanje rabe energije je ugotoviti, kakšne merilnike potrebujemo in kam jih vgraditi. Način za popolnoma samodejno zajemanje podatkov zahteva izbor merilnika z možnostjo avtomatskega odčitavanja, saj je tak merilnik nujen, ko potrebujemo podatke za krmiljenje procesov. Na takšen način odpravimo pomanjkljivosti, ki bi se pojavljale pri ročnem odčitavanju.

4.1.2. Uvajanje postopkov za zbiranje podatkov

Pri uvedbi postopkov za zbiranje podatkov sta pomembna predvsem dva elementa (Fatur in Sitar, 1999, str. 12):

- pogostost zbiranja podatkov,
- način zbiranja podatkov.

4.1.2.1. Pogostost zbiranja podatkov

Za uspešno izvedbo ciljnega spremljanja rabe energije je pomembna pravilna izbira pogostosti zbiranja podatkov. Potrebno je določiti mejo med prepogostim in preredkim zbiranjem podatkov. Pri prepogostem postane postopek zbiranja dražji od potencialnih prihrankov. V obratnem primeru pa spremembe niso očitne, saj jim ne posvečamo dovolj pozornosti. Tako obstaja velika verjetnost manjšanja potencialnih prihrankov.

Glede na želje in potrebe podjetja bi v našem primeru uporabili analize na osnovi osemurnih izmen. Tovrsten intenziven postopek zbiranja podatkov se podjetju zdi najprimernejši.

4.1.2.2. Način zbiranja podatkov

Načini zbiranja podatkov so različni, od starih klasičnih pa vse do novih samodejnih zajemov. Najenostavnejše je nedvomno zbiranje na podlagi mesečnih računov, hkrati pa nam tak sistem ne prinaša podrobnih, preglednih in želenih podatkov. Drugi način je ročno zbiranje s kombinacijo računalniškega vnosa, s katerim pridobimo nekoliko podrobnejši pregled. Tudi ta sistem vsebuje nekatere pomanjkljivosti, ki smo jih predhodno že večkrat omenili. Obstaja še en način ročnega zbiranja podatkov s prenosnim merilnikom in samodejnim vnosom v računalnik, vendar tudi ta način zbiranja podatkov ni popolnoma zanesljiv. Z uvedbo novega samodejnega zajemanja podatkov odpravimo vse pomanjkljivosti prej omenjenih načinov zbiranja podatkov.

4.1.3. Ustanovitev centrov za nadzor stroškov za energijo – CNE

Centri za nadzor rabe energije so določeni glede na sporazum med proizvodnimi oddelki, osnovani pa na izkušnjah in porabi energije glavnih porabnikov in razdeljevalnih sistemov ter obstoječih meritvah. Kriteriji za izbiro centrov za nadzor rabe energije (Fatur in Sitar, 1999, str. 9):

- potencialni prihranki upravičujejo stroške za meritve;
- porabo posameznih energentov in porabnikov je mogoče izmeriti;

- med zaposlenimi se določi odgovornost za stroške v centru. Vsak center lahko predstavlja en ali več merilnikov;
- določitev proizvodnih spremenljivk. V primeru, da je v centru raba energije enakomerna, uporabimo spremenljivke pri definiranju normne rabe in pri informiranju o ciljnem spremljanju rabe energije;
- stroškovni nosilci v centru za nadzor rabe energije morajo ustrezati obstoječi strukturi podjetja. Integrirana struktura poročanja prinaša učinkovitejše ciljno spremljanje rabe energije.

4.1.4. Programska oprema za analizo podatkov

V izogib zelo zapleteni analizi podatkov in vpogledu vanje je uporabniku potrebno priskrbeti ustrezno in prijazno programsko opremo. Za ciljno spremljanje rabe energije obstajajo specializirani programski paketi. V podjetju smo ugotovili, da bi nas razvoj lastne programske opreme stal nekoliko manj. Razvili pa bi jo z uporabo obstoječih Microsoftovih programskih orodij Access in SQL 2000.

Dobra programska oprema naj (Fatur in Sitar, 1999, str. 15):

- bo enostavna za uporabo,
- bo sposobna operirati z večjim številom podatkov,
- bo enostavna za prilagajanje in dopolnitve,
- nudi nazorno predstavitev rezultatov,
- nudi možnost spreminjanja starih podatkov in izpisovanja v standardni obliki, ki jo uporablja podjetje ipd.

5. TEHNIČNA PRIPRAVA ORODJA ZA CILJNO SPREMLJANJE RABE ENERGIJE V PODJETJU

Za uresničitev predhodno omenjenega ciljnega spremljanja rabe energije potrebujemo orodje za tovrstno izvajanje sistema. Postopek za razvoj lastnega orodja bomo podrobneje predstavili s tehničnimi nalogami, ki smo jih izvedli. Te so:

- pregled merilnih sistemov vseh energentov v proizvodnji,
- ugotavljanje stanja obstoječih merilnih sistemov ter možnosti za njihovo morebitno menjavo,
- izbor in namestitev ustreznih merilnikov,
- povezava merilnih sistemov s krmilniki,
- priprava podatkov na PLC nivoju s programsko opremo Versa Pro,
- priprava ustrezne aplikacije na sistemu SCADA iFix,
- konfiguriranje arhiviranja v iHistorianu.

5.1. Pregled merilnih sistemov

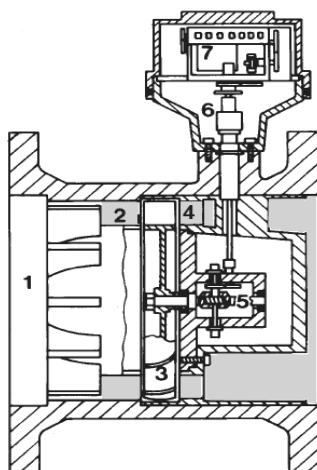
Ob podrobnem pregledu proizvodnje smo zasledili pomanjkanje nekaterih merilnih sistemov za spremljanje rabe plina. Potrebno je bilo na novo namestiti nekaj plinskih merilnikov, glavni merilnik plinovoda ob vstopu v tovarno pa celo zamenjati. Zato je sledila takojšnja izbira in nabava ustreznih merilnih sistemov.

5.2. Izbira ustreznih merilnikov

Izbran je bil najprimernejši princip merjenja za izbrano merilno območje in točnost, prav tako ustrezen merilnik. Ugotovili smo, da glede na industrijske pogoje in sam energent, ki ga uporabljamo v proizvodnji, zahtevam po točnosti ustreza le turbinski merilnik z diferencialnim merilnim postopkom (slika 3). Preizkusili smo različne merilnike glede na njihovo kvaliteto. Morali smo analizirati vrsto dejavnikov, na podlagi katerih je bila izbrana najprimernejša namestitev merilnikov.

5.2.1. Splošno o turbinskih merilnikih

Plin vstopa v plinomer preko posebno konstruiranega uvodnika, ki omogoči enakomerno razporeditev toka na turbinsko kolo. Pretok plina poganja turbinsko kolo s hitrostjo, ki je proporcionalna hitrosti plina. Prostornina plina, ki preteče skozi plinomer na enoto časa, je enaka hitrosti plina, pomnoženi s površino pretočnega kanala na obodu plinomera. Vsak vrtljaj turbinskega kolesa je ekvivalenten volumnu energenta, ki je pretekkel skozi plinomer. Turbinsko kolo poganja številčnico. Prenosno razmerje med turbinskim kolesom in številčnico je izbrano tako, da številčnica kaže pretečeni volumen plina v izbranih enotah (m^3 ali ft^3). Elektronska tipala omogočajo električne izhode iz turbinskega oz. posebnega kontrolnega kolesa. Na ta način dobimo frekvenčni signal, ki je proporcionalen pretoku plina. Območje merjenja je definirano z minimalnim in maksimalnim pretokom, ki ga plinomer meri s predpisano natančnostjo. Maksimalna napaka je definirana po standardu ISO 9951 kot $\pm 2\%$ prave vrednosti pri malih pretokih in kot $\pm 1\%$ pri velikih pretokih, ravno toliko kolikor znaša naša želena natančnost. Splošne podatke o turbinskih merilnikih smo pridobili s spletne strani (MKM Inženiring, 2005).

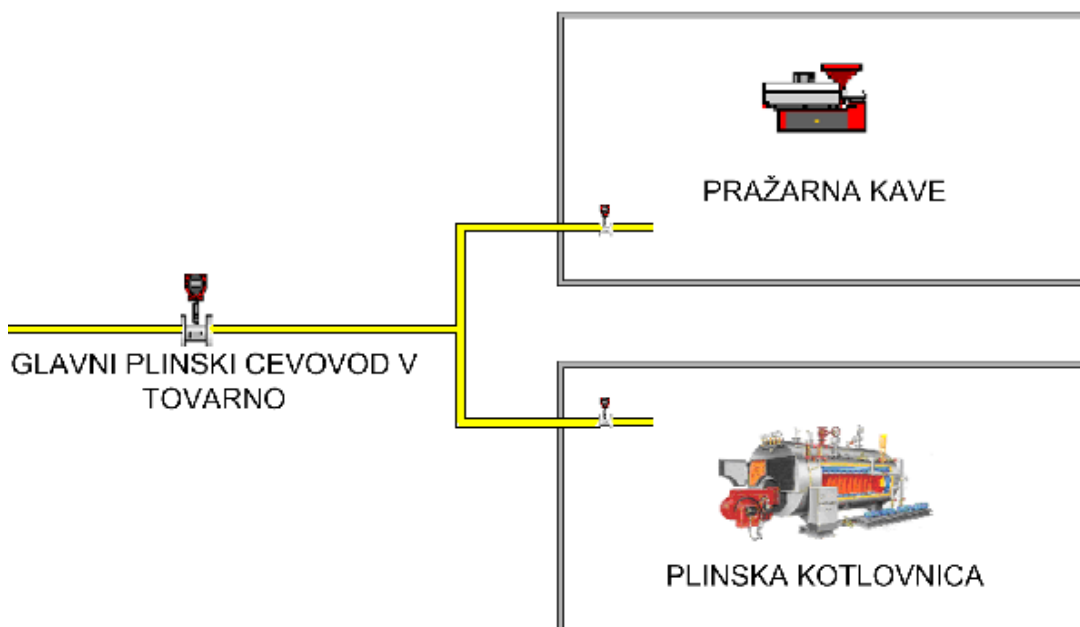


Slika 3: Turbinski merilnik (MKM Inženiring, 2005)

5.3. Želena področja merjenja

Sprva je potrebno določiti merilna področja, na katerih želimo izvajati nadzor nad porabo energenta. Izbrali smo energetske naprave, ki so priključene na plinsko napeljavo in nanje namestili merilnike pretoka. Konkretno smo definirali tri merilna področja (slika 4):

- glavni plinski cevovod v tovarno,
- plinska kotlovnica,
- pražarna kave.



Slika 4: Shema merilnih področij v podjetju

5.3.1. Glavni plinski cevovod

Največ pozornosti moramo nameniti glavnemu plinskemu cevovodu ob vstopu v tovarno, saj bodo njegove meritve prikazovale razliko med dejansko in želeno porabo energenta. Obstoječemu merilniku je potekla življenjska doba, zato ga bo pristojna služba nadomestila z novim. Novemu merilniku je potrebno namestiti še korektor pritiska in temperature, kajti z njim omogočimo natančnejše meritve plina upoštevajoč spremembe temperature in pritiska.

5.3.1.1. Merilnik Instromet SM-RI-X

Za izbrano merilno področje je bil kot najprimernejši izbran turbinski merilnik Instromet SM-RI-X (slika 5). Njegovo diferencialno območje merjenja (dolžina votline, skozi katero se pretaka energent), ki je daljše kot pri drugih merilnikih, omogoča natančnejše rezultate merjenja pri maksimalnih pretokih in sicer s $\pm 0,5\%$ do $\pm 1\%$ odstopanja. K dodatnemu doseganju točnejšim meritev pripomore temperatura medija pri pretoku skozi merilnik, ki naj bi se gibala med -10°C in $+65^{\circ}\text{C}$. Instrometov merilnik premore pretoke od 32 do $650\text{ m}^3/\text{h}$, kar je za naših $100\text{ m}^3/\text{h}$ optimalno. Nenazadnje je potrebno omeniti še izhode merilnega sistema za nadaljnje procesiranje dobljenih impulzov. Merilni sistem oddaja nizkofrekvenčne impulze razmerja 1 : 1 (en dobljen impulz je ravno en m^3 medija). Tehnične podatke smo pridobili s spletne strani podjetja Instromet (Instromet, 2005).



Slika 5: Merilnik Instromet SM-RI-X (Instromet, 2005)

5.3.1.2. Korektor Instromet model 333

Naprava omogoča natančno merjenje pretečene količine plina ob upoštevanju sprememb temperature in tlaka. Njeno osnovo predstavlja energetska varčen mikroprocesor. Sistem shranjevanja podatkov je izveden tako, da stalno napajanje ni potrebno, zato pri zamenjavi baterij ne pride do izgube podatkov. Primer namestitve korektorja na Merilnik Instromet SM-RI-X je razviden na sliki 6.



Slika 6: Korektor Instromet (Instromet, 2005)

5.3.2. Plinska kotlovnica

Iz glavnega plinskega cevovoda se cevi nadalje porazdelijo do energetskih naprav oz. končnih porabnikov energenta. Največji porabnik energenta je vsekakor plinska kotlovnica z dvema 2,5 MW kotloma. Obema napravama bomo na podlagi tehničnih zahtev na novo namestili ustrezna merilnika. Pri izbiri moramo biti tudi tukaj pozorni na debelino dovodne cevi energetske naprave, odstopanja novega merilnega sistema pa ne smejo presegati želenih $\pm 2\%$. Posebno pozornost moramo nameniti zmogljivosti merilnika ob maksimalnih pretokih plina. Maksimalen pretok (maksimalna poraba) goriva se izračuna tako, da se nastavljena moč gorilnika (kW) deli s kurilno vrednostjo goriva (kWh/m^3). Izračun pa je naslednji:

Energent: UNP butan/propan

Gostota: $2,02 \text{ kg/m}^3$

Kurilnost: $12,8 \text{ kWh/kg}$

Kurilna vrednost goriva:

$$12,8 \text{ kWh/kg} \cdot 2,02 \text{ kg/m}^3 = 25,856 \text{ kWh/m}^3$$

Maksimalen pretok kotla:

$$2550 \text{ kW} / 25,856 \text{ kWh/m}^3 = 98,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.3.2.1. Merilnik Krom Schroder DM 25R25

Na podlagi tehničnih zahtev je bil za plinsko kotlovnico izbran merilnik Krom Schroder DM 25R25 (slika 7). Njegovo diferencialno območje merjenja je bistveno krajše od merilnika na glavnem plinskem cevovodu. Natančnost meritev je zato nekoliko manjša, pojavljajo se odstopanja od $\pm 1\%$ do $\pm 2\%$. Velikost odstopanj je odvisna predvsem od temperature samega medija, gibanja med -10°C in $+65^{\circ}\text{C}$ naj bi prinesla optimalne rezultate. Krom Schroderjev merilnik premore pretoke od 65 pa do nekje $100\text{ m}^3/\text{h}$, kar je za naših $98,6\text{ m}^3/\text{h}$ ustrezno. Izhodi merilnega sistema so kot pri glavnem merilniku nizkofrekvenčni impulzi, vendar z drugačnim razmerjem in sicer $1 : 0,1$ (en impulz je $0,1\text{ m}^3$ oz. 100 l medija) (Krom Schroder, 2005).



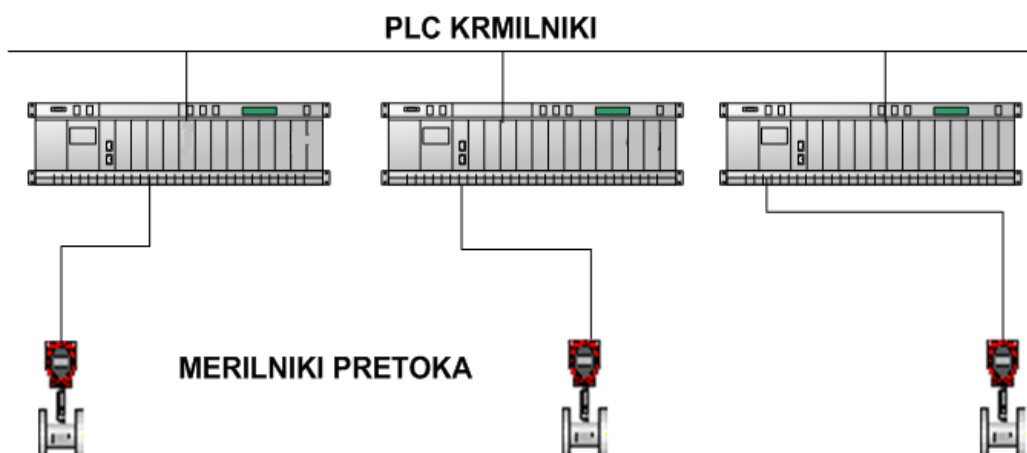
Slika 7: Merilnik Krom Schroder DM 25R25 (Krom Schroder, 2005)

5.3.3. Pražarna kave

Ostala večja porabnika plina v proizvodnji sta še pražarna kave in katalizator. Tu želimo opravljati nadzor nad energetske porabo. Merilna sistema Krom Schroder DM 25R25 sta bila tu nameščena že s strani proizvajalca ob nabavi naprave in to je razlog za poenotenje merilne opreme. Potrebno ju je bilo le povezati s krmilniki in ugotoviti morebitne izhode merilnih sistemov, ki pa se bistveno ne razlikujejo od predhodno navedenega razmerja $1 : 0,1$.

5.4. Povezava merilnikov s krmilniki

Po fizični namestitvi merilnikov je omogočeno prvo spremljanje porabe, in sicer z ročnim odčitavanjem števec. Želja podjetja je daljinsko odčitavanje porabe. Zato je potrebno merilne sisteme priključiti na krmilniške sisteme, ki prek svojih vhodnih kartic periodično tipajo velikosti analognih meritev in stanja digitalnih signalov. Poskrbeti smo morali za zadostno število prostih digitalnih vhodov znotraj krmilniške opreme GE Fanuc serije 90-30, saj vsak števec zahteva svoj vhod. Po uspešno zaključeni povezavi (slika 8) smo lahko spremljali prve analogne signale merilnih sistemov znotraj krmilniškega sistema. Krmilniški sistemi so nadalje preko Etherneta priključeni na programsko opremo krmilniških sistemov VersaPro, ki od krmilnikov periodično zajema podatke.

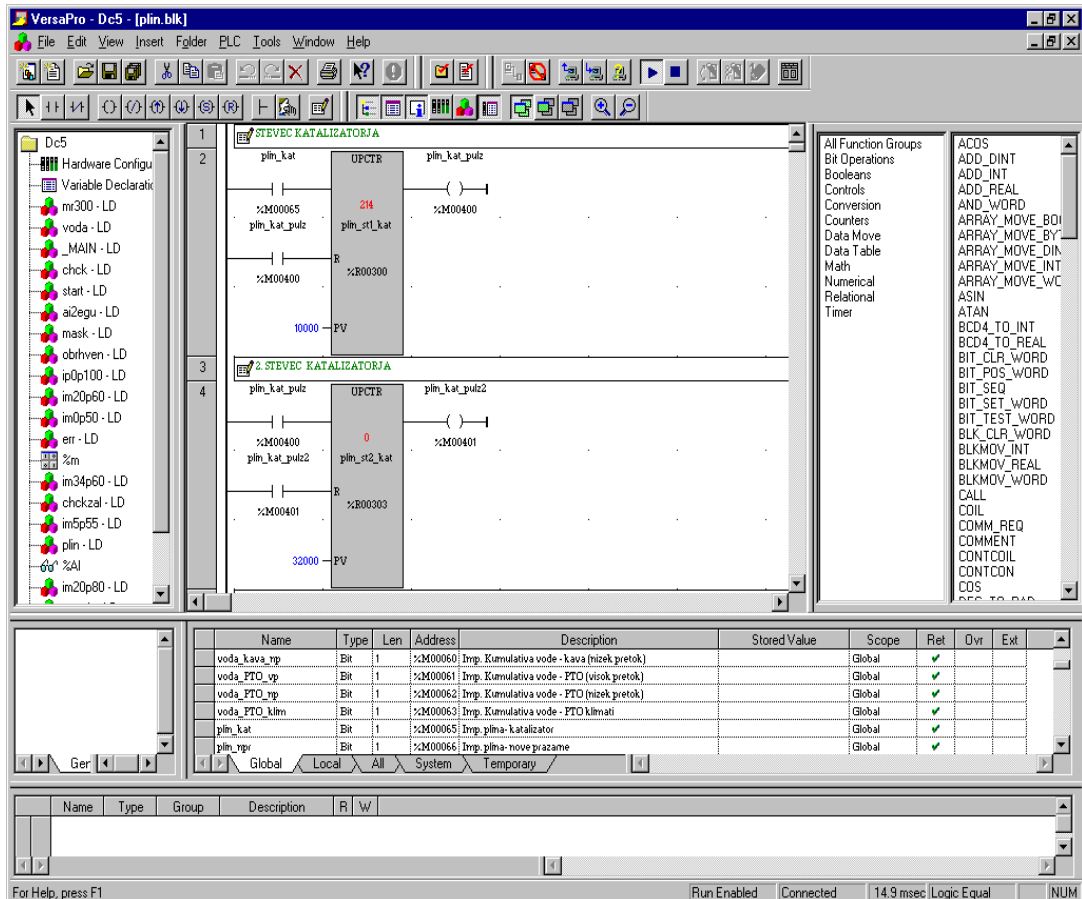


Slika 8: Shema povezave merilnega sistema s krmilnim sistemom

5.5. VersaPro od konfiguriranja do programiranja

Programirljivi logični krmilniki imajo električne vhode in izhode ter se na zunaj obnašajo podobno kot vezja relejske logike. V njih je algoritem podan v obliki programa, ki ga lahko spreminjamo s posebnimi terminali ali z računalnikom z ustrežno programsko opremo, v našem primeru VersaPro (slika 9). Urejanje in spreminjanje algoritma v krmilniku je zato veliko enostavnejše kot pri vezjih relejske logike.

Današnja programska oprema ponuja razne načine pisanja programov krmilniških sistemov. V tem primeru smo s programsko opremo VersaPro uporabili eno najstarejših metod programiranja krmilniških sistemov, to je metoda z lestvičnimi diagrami.



Slika 9: Programska oprema VersaPro

Najstarejša je zato, ker so bili prvi programerji krmilnikov pretežno ljudje z elektrotehniško izobrazbo, ki so si programe iz lestvičnih diagramov predstavljali kot logične izraze, ki ustrezajo električnim shemam z enostavnimi električnimi elementi, kot so stikala in releji. V njih je stara relejska logika nadomeščena z razpoložljivimi programskimi funkcijami. Sklop osnovnih matematičnih, časovnih in kontrolnih funkcij predstavlja vsebino lestvičnega diagrama. V funkcijskih blokovnih diagramih pa poleg teh elementov nastopajo še funkcijski bloki, ki si jih lahko predstavljamo kot integrirana vezja, ki iz danih vhodov z uporabo algoritma tvorijo izhode.

5.5.1. Splošno o lestvičnem diagramu

Prvotna programska jezika za programiranje krmilnikov sta bila:

i) *zaporedje inštrukcij*, ki je zbirni jezik mikroprocesorja krmilnika in
ii) *lestvični diagram*, ki je grafični jezik, katerega programi so podobni električnim shemam vezij relejske logike. Kljub vizualni podobnosti pa izvajanje programov v lestvičnem diagramu ni popolnoma enako algoritmom, izvedenim z relejsko logiko. Razlika je v tem, da krmilniki temeljijo na mikroprocesorjih, v katerih se programi izvajajo zaporedno, korak za korakom. Algoritem relejske logike pa se izvaja paralelno. Krmilnik ciklično izvaja program, pri čemer je hitrost izvajanja cikla zelo velika. Zato v večini primerov dobimo vtis, da je tudi izvajanje programa paralelno. Programski cikel je sestavljen iz treh korakov. V prvem koraku krmilnik prebere vhode in ustvari njihovo sliko v pomnilniku. V drugem koraku izvaja program upoštevajoč sliko vhodov. V tretjem koraku krmilnik tvori vrednosti izhodov.

Njune glavne slabosti so (Lewis, 1998):

- šibka programska struktura: programa ne moremo razbiti na module, s čimer bi povečali preglednost programa in omogočili ponovno uporabljivost,
- nestrukturiranost podatkov: podatki so shranjeni v registrih, ki so dostopni samo preko njihovih naslovov,
- omejena kontrola izvajanja programa,
- omejena možnost programiranja kompleksnih zaporedij,
- nepregledno programiranje aritmetičnih operacij.

5.5.2. Programiranje krmilniških sistemov

S sistemskim pristopom je potrebno določiti skupne stične točke različnih sistemov in pripraviti pogoje za integracijo samo tistih podatkov in veličin, ki jih potrebujemo pri spremljanju rabe energije. Ti so poleg absolutne vrednosti števca še trenutni pretok in mesečna poraba plina.

5.5.2.1. Trenutni pretok plina

Program za nadzor trenutnega pretoka plina posameznega merilnega sistema, smo ustvarili z razpoložljivimi funkcijami (funkcijskimi bloki). Funkcijski bloki delujejo tako, da z uporabo algoritma iz danih vhodov tvorijo želene izhode. V našem primeru začetne vhode v program predstavljajo nizkofrekvenčni impulzi merilnih sistemov.

Dejanske impulze merilnih sistemov, ki predstavljajo m^3 pretečenega plina, smo razvijali z razpoložljivimi funkcijami, dokler nismo dobili želenega pretoka izraženega v m^3/h .

Sprva smo z uporabo časovne funkcije ustvarili odštevalnik, ki bo po vsaki peti minuti sprožil signal. Signal bo odčital dejanska stanja na števcih (x_1, y_1) in jih hkrati odštel s stanjem pred petimi minutami (x_2, y_2) . Ker je vrednost tekočega števca (x_1, x_2) omejena na 10.000, smo v primeru prekoračitve, dodali še spremenljivke prekoračitve (y_1, y_2) . Dobljena razlika impulzov v zastavljenem časovnem intervalu, predstavljena s formulo $((y_1 - y_2) \cdot 10.000) + (x_1 - x_2)$, je količina pretečenega plina v m^3 v petih minutah na določenem merilnem sistemu. Z nadaljnjim vključevanjem matematičnih funkcij smo prišli do želene merske enote m^3/h (z). Program za prikaz trenutnega pretoka temelji na naslednji formuli:

$$(((y_1 - y_2) \cdot 10.000) + (x_1 - x_2)) / 10 \cdot 60 / 5 = z$$

x_1 : absolutna vrednost tekočega števca po petih minutah;

x_2 : absolutna vrednost tekočega števca pred petimi minutami;

y_1 : absolutna vrednost prekoračitvenega števca po petih minutah;

y_2 : absolutna vrednost prekoračitvenega števca pred petimi minutami;

z : trenutni pretok v m^3/h

5.5.2.2. Mesečna poraba plina

Na podoben način smo se lotili tudi programa za izpis mesečne porabe plina posameznega merilnega sistema. Za razliko od prejšnjega programa pri mesečni porabi ni bilo treba ustvarjati lastnih odštevalnikov, saj iFixova programska oprema v povezavi z VersaProjem premore proženje impulza, ki oznanja nov mesec. Impulz odčita vrednosti nad danima števčema (x, y) , ki preko funkcijskega bloka tvorita porabo plina v tekočem mesecu (z). Isti impulz pa stari vrednosti prepíše v register,

5.6. SCADA

V programljivih logičnih krmilnikih se izvaja krmilniški program, ki bere stanja v procesu (v našem primeru stanja števecov in drugih vhodnih enot) in na izhode pošilja določene ukaze. Zraven programirljivih logičnih krmilnikov se v procesu nahaja še računalnik s programsko opremo SCADA, ki omogoča nadzor procesa in poseganje v proces preko pošiljanja parametrov krmilnikom.

SCADA (angl. Supervisory Control and Data Acquisition) predstavlja programsko opremo, ki teče na osebnih računalnikih in opravlja naslednje funkcije (iFix, 2000):

- zajem podatkov iz krmilnikov,
- prikaz podatkov v grafičnih prikazih, ki se spreminjajo dinamično,
- shranjevanje procesnih podatkov,
- alarmiranje,
- pošiljanje parametrov krmilnikom,
- zaščita dostopa,
- izdelava poročil,
- povezava z informacijskimi sistemi itd.

5.6.1. Procesna baza

Procesna baza (angl. Process Database, PDB) je podatkovna baza, ki hrani podatke iz procesa. Sestavljena je iz različnih blokov, ki opravljajo različne funkcije (AI – analogni vhodni blok, DI – digitalni vhodni blok itd). PDB si lahko predstavljamo kot večopravno okolje, znotraj katerega se vzporedno izvaja veliko obdelav blokov.

Bloki imajo različne funkcije in različna polja za vnos vrednosti parametrov. Vsak blok ima ime, ki mora biti unikatno. Da bi bila naloga preglednejša, smo uporabili enaka imena spremenljivk, kot smo jih predhodno ustvarili v PLC-ju z uporabo VersaProja. Natančneje, le tista imena registrov, ki smo jih potrebovali za nadaljnjo obdelavo. Bloku dodamo še opis, ki ga vključujemo v grafične prikaze zaradi lažje identifikacije bloka. Glavni del so vsekakor nastavitve bloka (naslavljanje parametrov ipd.) na podlagi katerih PDB črpa podatke iz VersaProja.

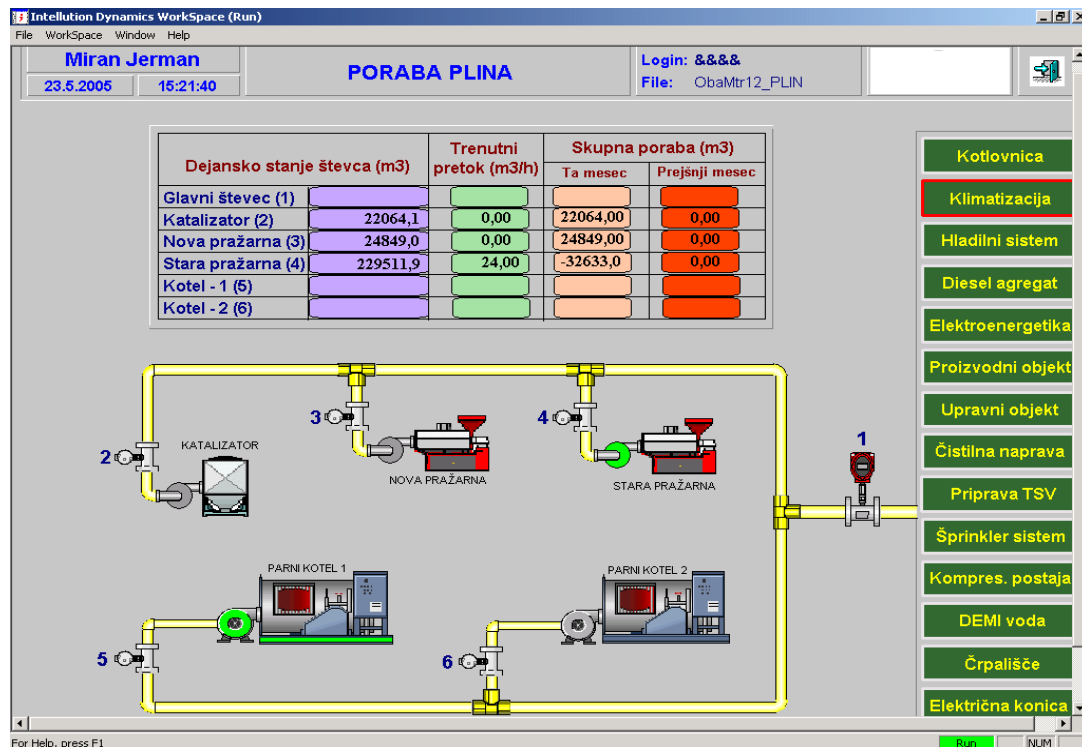
5.6.2. Delovno okolje

Delovno okolje (angl. Workspace) je okolje, v katerem razvijamo grafične prikaze. Delovno okolje predstavlja tudi brskalnik po aplikacijah, saj so v njem vidne vse datoteke in komponente, ki nastopajo v projektu. Projekt je možno v celoti konfigurirati skozi delovno okolje.

Delovno okolje ima več načinov delovanja:

- **Razvojni način** (angl. Configure mode), znotraj katerega razvijamo aplikacijo z osnovnimi grafičnimi gradniki (liki, črtami, tekstom itd). Tako smo na najbolj nazoren način skušali prikazati podatke, s katerimi želi podjetje opravljati nadzor. Ne le podatke, skicirali smo vsako energetske napravo posebej in jo hkrati animirali glede na njeno stanje. Če je trenutni pretok naprave večji od 0, se njena slika obarva v zeleno, kar označuje delovanje posamezne energetske naprave. V obratnem primeru, ko je pretok naprave enak 0, se njena slika ne obarva. Želeli smo tudi pregleden nadzor nad dejanskim stanjem posameznega števca, trenutnim pretokom posamezne naprave in skupno porabo plina po mesecih. Tako smo vse parametre razčlenili v razpredelnico (kot je razvidno s slike 11). Za lažje in boljše razumevanje novega sistema za spremljanje porabe plina smo obliko nadzornega sistema prilagodili sistemom, ki jih podjetje že uporablja.

- **Izvajalski način** (angl. Run mode), v okviru katerega se izvaja aplikacija (slika 11)



Slika 11: SCADINO delovno okolje v izvajalskem načinu

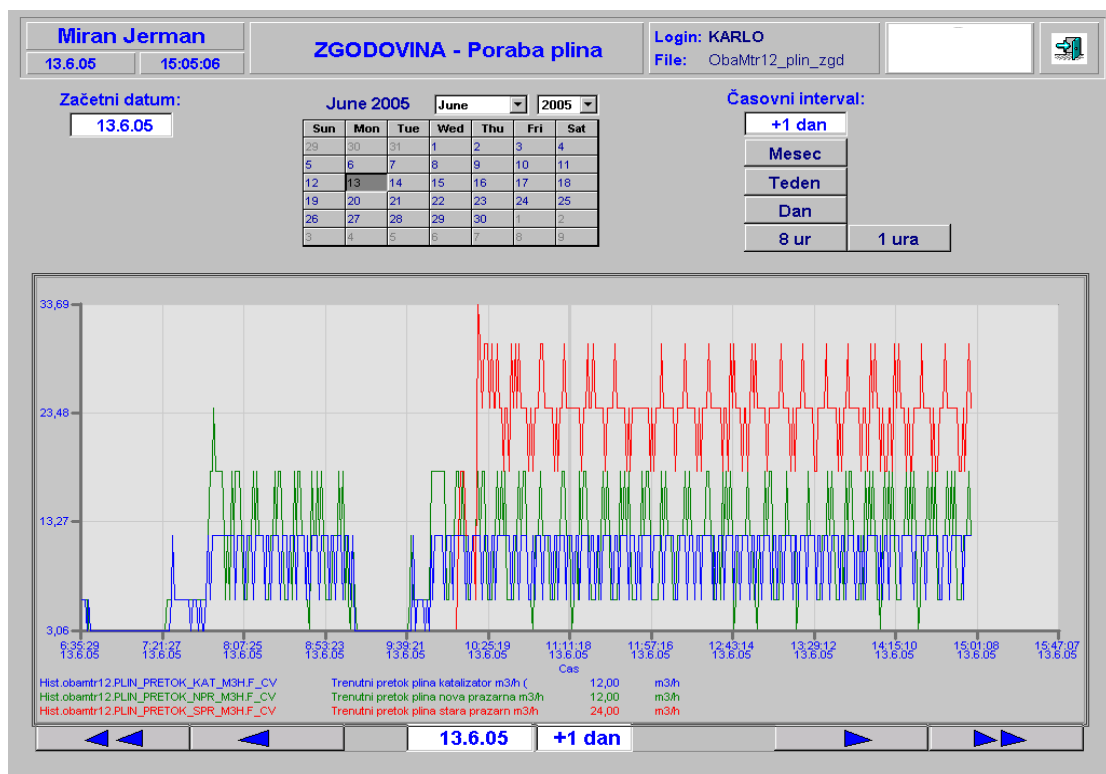
Pomanjkljivosti klasičnega pristopa zajemanja podatkov pridejo do izraza v razmerah, ko je podatkov veliko ali ko se med izgradnjo informacijskega sistema pojavljajo vedno novi. V tem primeru obdelave podatkov na nivoju SCADA enostavno ni moč izvesti.

Težava pri SCADI je v tem, da operira s trenutnimi vrednostmi in enostavnim arhivom teh vrednosti, proizvodni informacijski sistem za spremljanje rabe energije pa potrebuje že obdelane podatke. Podatki v sistemu SCADA se periodično spreminjajo na sekundnem nivoju, medtem ko v proizvodnem informacijskem sistemu na dnevnem ali celo mesečnem nivoju (Sokolič, 2003 str. 174).

Za razrešitev problemov znotraj sistemskih vezi med sistemom SCADA in proizvodnim informacijskim sistemom je nujna uvedba procesnega zgodovinarja (iHistorian) kot namensko procesno podatkovno bazo, katerega osnovna funkcija je učinkovito arhiviranje procesnih podatkov. Ifix-ova programska oprema premore neposreden dostop do iHistorianove baze prek vmesnika OLE DB (angl. Object Linking and Embedding Data Base). V vlogi odjemalca iHistorianovih podatkov pa je

iFix odlično grafično orodje za prikaz arhiviranih podatkov, namenjeno predvsem prikazovanju trendov znotraj aplikacij SCADA.

V razvojnem načinu novega delovnega okolja smo nastavili nekaj novih funkcijskih elementov (čas, datum in grafični objekt), s katerimi bomo nadzirali zgodovino določenih spremenljivk. Glede na uporabnost sistema smo na posameznem števcu uporabili le spremenljivke trenutnega pretoka plina. Spremenljivke smo animirali in tako grafu povečali preglednost (slika 12).



Slika 12: Delovno okolje, ki temelji na zgodovini pretokov

Graf je objekt, ki omogoča prikazovanje trenda trenutnih in arhiviranih procesnih podatkov. Arhiviranih podatkov ne bi bilo moč prikazovati brez dodatne iFixove programske opreme iHistorian.

5.7. iHistorian

Ameriški proizvajalec iFiksove programske opreme Intellution je predstavil procesni zgodovinar (iHistorian), ki pri zajemanju, arhiviranju in analizi procesnih podatkov prinaša nekaj bistvenih lastnosti, ki so bile v preteklosti na voljo samo v posebnih,

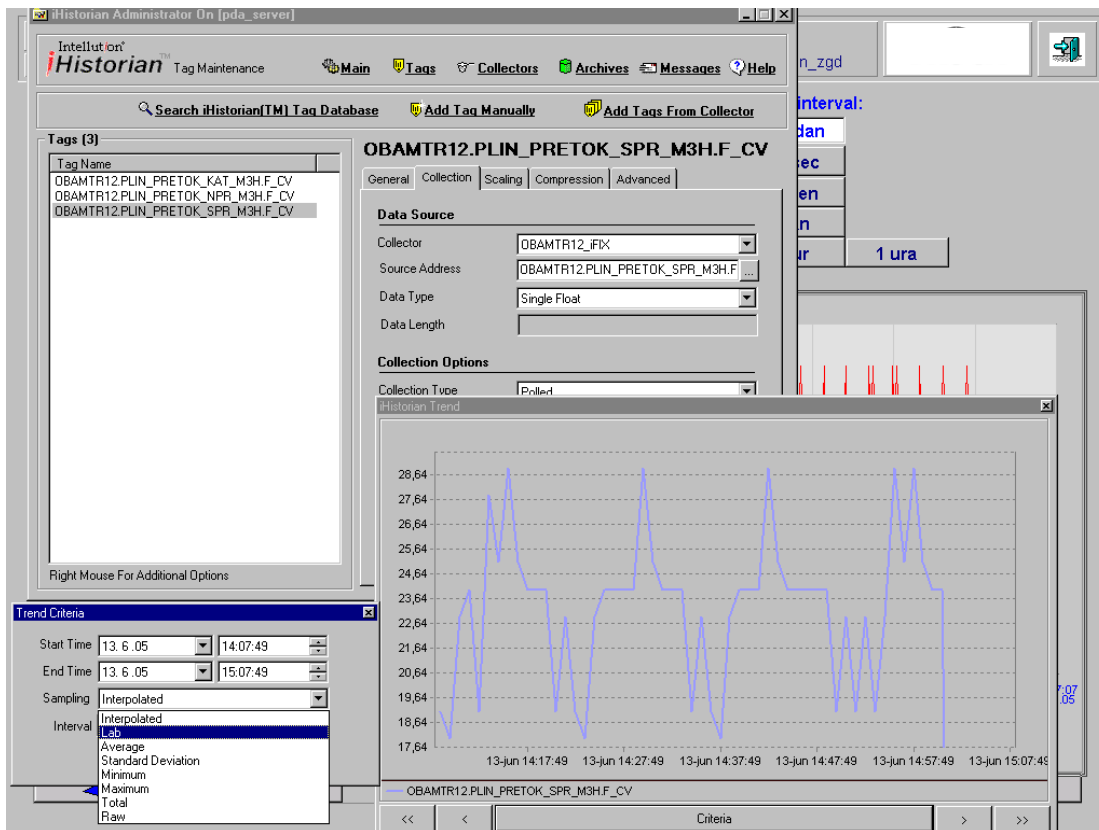
zelo dragih sistemih. Sestavljajo ga štiri osnovne komponente (Sokolič, 2003, str.175–176):

- arhiv procesnih podatkov,
- zbiralci, ki zajemajo procesne podatke,
- komponenta za administriranje sistema,
- odjemalci in tehnologije, na podlagi katerih je mogoča analiza arhiviranih podatkov, oziroma poizvedovanje po njih neposredno iz informacijskih sistemov.

Procesni zgodovinar je v hierarhiji pretoka podatkov umeščen med SCADO in relacijsko podatkovno bazo. Za razliko od komponent za arhiviranje, ki se izvajajo v okviru aplikacij SCADA, imajo zgodovinarji kar nekaj prednosti (Sokolič, 2003, str.175):

- arhiv procesnih podatkov,
- velika hitrost/zmogljivost arhiviranja,
- možnost zajema različnih tipov podatkov,
- indeksirano poizvedovanje po podatkih, kar je osnova za učinkovito analizo podatkov, generiranje poročil in generiranje informacij, ki jih potrebuje informacijski sistem.

iHistorian se uporablja kot centralni arhiv procesnih podatkov v sistemih avtomatizacije ali kot osnova za sistem proizvodne informatike (angl. Plant Intelligence Infrastructure). Pri slednji se časovni podatki dejansko preoblikujejo v uporabne in predvsem pregledne informacije (slika 13), ki pripomorejo k boljšemu informiranju in ustrežnejšim poslovnim odločitvam.



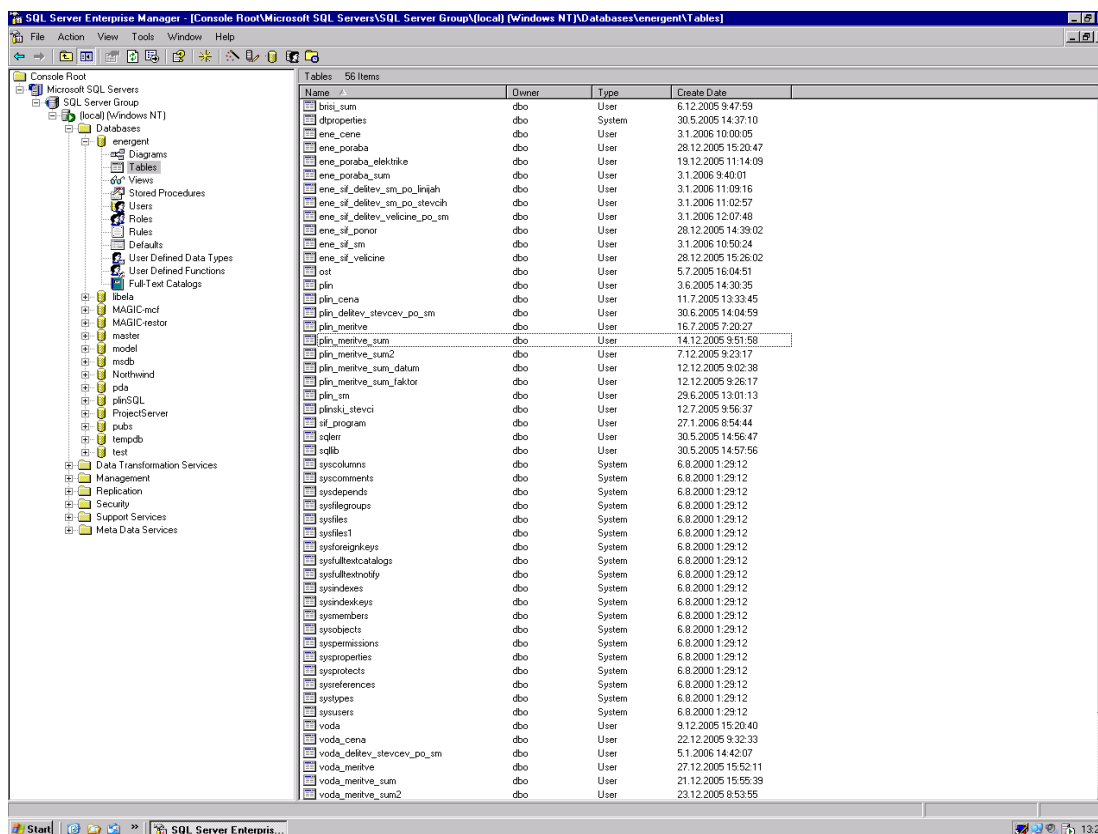
Slika 13: Intelutionova programska oprema iHistorian

Osrednji del iHistorian-a predstavlja njegova podatkovna baza, ki je prirejena za zelo hitro in učinkovito zajemanje podatkov ter poizvedovanje po njih. Dostop do podatkovne baze iHistorian je možen neposredno, prek vmesnika OLE DB, kar nam daje vtis, da imamo opravka s tabelami pravih relacijskih baz.

6. PRILAGODITEV ZAJEMA PODATKOV V BAZI SQL POTREBAM PODJETJA

iHistorian ni prilagojen potrebam podjetja. Podjetje se namreč kdaj pa kdaj znajde pred urgentno energetske odločitvijo. Takrat potrebuje sistem, ki omogoča poizvedbo po točno določenem podatku, ki bi podjetju pomagal pri odločitvi.

Dosedanji sistem smo dodatno nadgradili z razširitvijo podatkovnega zajema v povsem samostojno namensko podatkovno bazo, ki omogoča zajem številnih podatkov, raznoliko poizvedovanje posamičnih podatkov in prikazovanje trendov. Ta baza podatkov omogoča enostavno vzdrževanje, ažuriranje in analiziranje podatkov. Na podlagi preizkušanj in analiz trenutno razpoložljivih tehnologij (Mysql, Oracle, MS SQL2000 ipd.), smo se odločili za Microsoftovo aplikacijo SQL 2000 (slika 14), ker jo je podjetje uporabljalo že dosedaj.



Slika 14: Podatkovna baza MS SQL 2000

Po predhodnem prenosu podatkovnega zajema iz sistemov SCADA v iHistorianovo procesno bazo postopek prenosa ponovimo, in sicer iz sistemov SCADA v obstoječo, samostojno podatkovno bazo Microsoft SQL 2000. Za želeno izboljšavo

podatkovnega zajema smo poskrbeli z ustreznim programiranjem v jeziku SQL, kjer smo izdelali končne procedure, interaktivne vmesnike in filtre, ki omogočajo raznoliko iskanje oz. poizvedovanje po želenih podatkih.

7. ORODJA ZA POROČANJE IN ANALIZO PODATKOV NA LOKALNI RAVNI

7.1. Organizacija informatike v energetiki

Uvajanje spremljanja rabe energije zahteva tudi spremembe pri organizaciji informatike v energetiki. Bistvo pri organizaciji informatike je, da se kakovostne informacije posredujejo, glede na potrebe, vsem osebam, ki so povezane z energetiko. Dostop do informacij je možen z ustrezno programsko opremo za spremljanje rabe energije. V odvisnosti od velikosti podjetja oziroma količine informacij se določi vrsta in oblika podatkovne baze sistema ciljnega spremljanja. Pri izgradnji novega nadzornega sistema smo pazili, da omogoča prost dostop do informacij in da pri tem nismo vezani na izdelovalca energetskega nadzornega sistema.

Sistem spremljanja rabe energije ne sme povečevati obremenjenosti zaposlenih na področju zbiranja in evidentiranja podatkov. Zaradi tega je zelo pomembna povezava z osnovnimi poslovno-informacijskimi sistemi podjetja. Zelo pomembna je tudi ločitev sistemov z vidika uporabnosti in namembnosti, saj spremljanje rabe energije ne smemo enačiti s poslovno-informacijskim sistemom, kjer se načeloma nahaja večina potrebnih podatkov o proizvodnji, porabi in ceni surovin, ki jih potrebujemo tudi pri ciljni rabi energije. Govorimo lahko o integraciji sistemov.

7.2. Poročila in poročanje

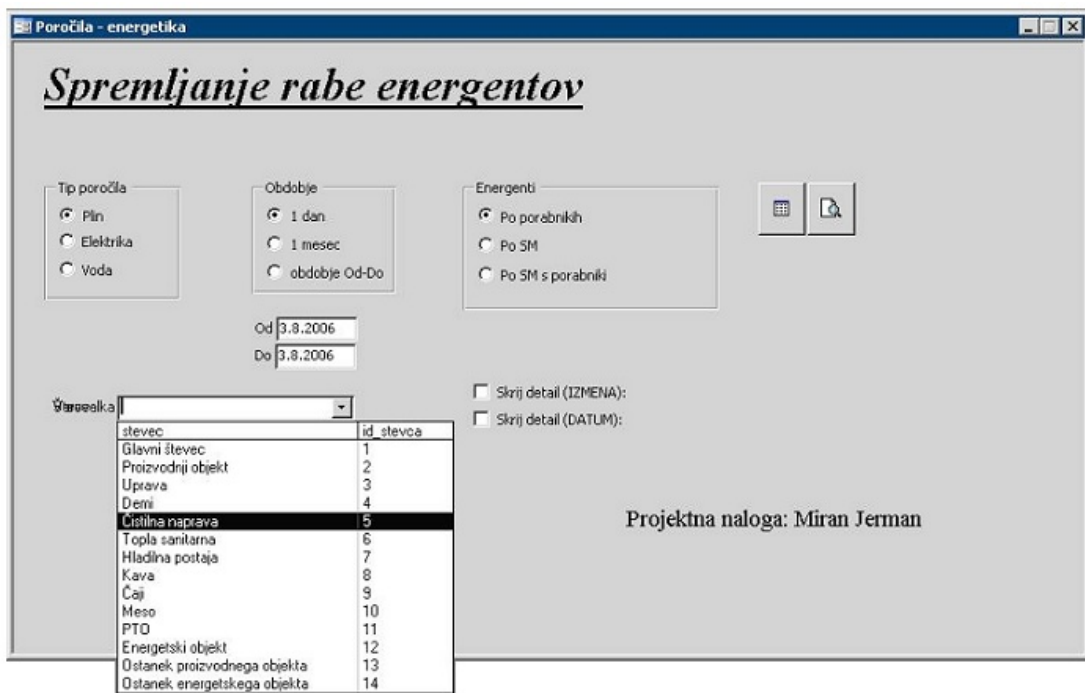
Pri generiranju poročil v sistemih vodenja procesov običajno govorimo o problematiki, kako trenutne in arhivirane procesne podatke iz sistema iFix in iHistorian-a vključiti v neko orodje, ki omogoča izdelavo papirnega ali elektronskega poročila s temi podatki. Orodje za spremljanje rabe energije se uporablja pogosto, zato mora biti uporabniku prijazno.

Pri problematiki poročil se srečujemo s tremi koraki:

- oblikovanje poročila (kako izluščiti prave podatke iz množice razpoložljivih podatkov in jih postaviti na pravo mesto v poročilu),

- pregled poročila (kako lahko gledajo poročila uporabniki v sistemu),
- proženje poročila (kdaj in kako se bodo poročila prožila in polnila s podatki).

Programska oprema, s katero želimo izvajati nadzor nad energetske porabo s pomočjo elektronskih ali papirnih poročil, je Microsoftov program Access s celostnimi aplikacijami, napisanimi v programskem jeziku Visual Basic. Z Microsoft Access smo izdelali končno orodje (slika 15), s katerim bo podjetje spremljalo energetske porabo posameznih energentov. Podjetju je tako omogočeno poizvedovanje po vseh želenih podatkih. Microsoft Access smo izbrali zato, ker se podjetje z njim srečuje že vrsto let in z njim opravlja nadzore nad celotno proizvodnjo.



Slika 15: Vmesnik za tvorjenje poročil za spremljanje rabe energije

Osnova proženja poročila je možnost, da vplivamo na orodja za oblikovanje in prikaz poročil kar iz Microsoftove podatkovne baze SQL in da so na voljo mehanizmi, ki ob določenem času ali dogodku poženejo mehanizem generiranja poročil. Vmesnik OLE DB omogoča dostop do večine orodij za izdelavo poročil in upravljanje z njimi, prav tako pa so na voljo tudi mehanizmi, ki omogočajo proženje teh mehanizmov. Poznamo dva mehanizma (iFix, 2000):

- VBA (Visual Basic for Applications) omogoča neposreden dostop do procesne baze iFix.
- Dva sistemska gonilnika ODBC (angl. Open Database Connectivity) (za trenutne in arhivirane podatke), ki omogočata, da druge aplikacije iFix vidijo kot strežnik ODBC (angl. Dynamics Real Time Driver in Fix Dynamics Historical Driver). Ker gre za standardno tehnologijo, lahko na ta način Access dostopa do iFix-ovih podatkov. Access lahko preko ODBC-ja dostopa neposredno tudi do Microsoftove podatkovne baze SQL, kar je pametneje in učinkoviteje.

7.3. Predlogi za razširitev orodja izven lokalne ravni

V današnjem času so podjetja zaradi informacijske dobe soočena z zelo hitro spreminjajočim se poslovnim okoljem. Podjetja s pomočjo novih tehnologij ustvarjajo nove potrebe in nova povpraševanja. Porodila se nam je ideja o razširitvi predhodno ustvarjenega orodja za ciljno spremljanje rabe energije izven lokalne ravni. Novo, moderno orodje bi tako podjetju omogočilo neomejeno uporabo orodja celo iz drugih računalnikov izven podjetja. Razširitev bi tako vsebovala vključitev orodja na svetovni splet.

Uporaba interneta kot enega najpomembnejših vplivnih dejavnikov večanja produktivnosti v gospodarstvih sveta postaja nujnost pri sodobnem načinu poslovanja. Podjetja so danes primorana izkoriščati vse tehnične možnosti, ki jih ponujajo sodobne internetne tehnologije, saj jim v nasprotnem primeru zamude tehnološkega toka zatirajo perspektivno prihodnost.

Vključitev orodja na svetovni splet bi dosegli s premišljeno izgradnjo spletnega okolja s podporo ustrezne tehnologije PHP (angl. Hypertext Preprocessor), ki je danes za to najustreznejša.

8. SPLETNO ORODJE ZA POROČANJE IN ANALIZO PODATKOV

8.1. PHP in prednosti spletnega orodja

PHP je sodoben programski jezik, namenjen spletnemu programiranju s podporo raznih podatkovnih baz. Kratica PHP (angl. Hypertext Preprocessor) predstavlja strežniški skriptni jezik, ki ga lahko oz. najpogosteje uporabljamo v povezavi s HTML-jem (angl. HyperText Markup Language). Za razliko od statičnih HTML-jevih spletnih strani, PHP omogoča izdelovalcem hitro gradnjo dinamičnih spletnih strani, ki jih danes najdemo na spletu. To pomeni, da PHP ne pošilja podatkov neposredno odjemalcem kot to počne HTML, temveč podatke razčlenjuje sam pogon PHP-ja in kot rezultat vrne opisni jezik HTML, ki ga zna prikazati skoraj vsak spletni brskalnik. Dinamičnost pa PHP-ju omogoča široko paleto storitev, kot so sposobnost poizvedovanja po zbirkah podatkov, izdelovanje slik, branje in zapisovanje datotek ipd. (Zandstra, 2004, str. 8)

Ena od možnosti, ki odlikuje PHP, je, kot smo že navedli, preprostost spletnega povezovanja in upravljanja zbirk podatkov. Večina aplikacij za zbiranje podatkov, kot v našem primeru Microsoftov SQL 2000, se izvaja kot strežniška storitev, na katero se lahko podjetje priključuje z istega ali celo oddaljenih računalnikov. Dostopnost pa enostavno zavarujemo z administracijo oz. dodelitvijo pravic za upravljanje z zbirko podatki.

Prilagodljivost PHP-ju omogoča preprosto kombiniranje s številnimi jeziki in aplikacijami različnih operacijskih sistemov. Poleg splošne zasnove izdelovanja spletnih strani lahko z njim razvijamo tako rekoč vsakršne aplikacije, grafične vmesnike in raznorazne namenske programe.

8.2. Spletno programiranje v jeziku PHP ter izdelava spletnega orodja

V PHPju napisani programi omogočajo pregledovanje in delo s podatki, ki so shranjeni v podatkovnih bazah Microsofta SQL 2000. Princip delovanja je, kot smo že omenili, naslednji: na podlagi programskih rešitev PHP sprogramiramo elemente posameznih prikazov, ki jih PHP navidezno prikaže v navadnem HTML načinu. Ta tehnika omogoča hiter prikaz posameznega podatka, čeprav jih je v bazah nekaj

milijonov. Dostopni časi so tako odvisni le od hitrosti spletne povezave posameznega obiskovalca in ne več od števila vseh podatkov.

Z ustrezno izbiro programske opreme in dobrim načrtovanjem je dinamične spletne strani, podprte z obsežno zbirko podatkov, mogoče izdelati tudi z zelo skromnim znanjem programiranja in razumevanja postopkov spletnih aplikacij. Izdelali smo drugo orodje (slika 16), s katerim bo podjetje z možnostjo spletnega spremljanja prav tako opravljala nadzor nad porabo energentov. Poudariti je treba, da se uporabnost novega spletnega orodja bistveno ne razlikuje od lokalnega Accessovega (slika 15), loči ju le vizualna podoba in prej omenjene funkcionalne prednosti posameznega orodja.

The screenshot shows a web browser window with the address `http://localhost/csre.htm`. The page content is as follows:

Navigation: ElektriKa Plin Voda

Pregled porabe plinskih števec

Form fields:

- Izbir porabnika: Katalizator (dropdown menu with options: Katalizator, Nova prežama, Stara prežama, Kotel 1, Kotel 2)
- Izbir obdobja: Od: 2006-08-3 Do: 2006-08-3 POTRDI

Števec	Datum	Izmena	Meritve	Vrednost	Vrednost
Katalizator	01-08-2006	3	0,00		0,00
Katalizator	01-08-2006	1	18,63		5.142,03
Katalizator	01-08-2006	2	65,81		18.163,25
Katalizator	02-08-2006	3	0,00		0,00
Katalizator	02-08-2006	1	77,60		21.416,72
Katalizator	02-08-2006	2	63,43		17.506,99
Katalizator	03-08-2006	3	0,00		0,00
SKUPAJ	/	/	225,47		62.228,99 SIT

Slika 16: Spletno orodje za spremljanje rabe energije

9. ZAKLJUČEK

Naloge za postopno uresničevanje cilja so bile uspešno opravljene, posledično pa tudi uresničen cilj in namen diplomske naloge. Izdelali smo sistem avtomatskega zajema podatkov za spremljanje rabe energije na podlagi podrobnejše analize potreb podjetja. Navedli smo nekatere kritične pomanjkljivosti predhodnega informacijskega sistema in podali načrtne predloge in rešitve za izboljšavo. V celoti smo izdelali sistem za spremljanje rabe plina in ga posplošili za ostale energente. Prilagodili smo podatkovni zajem na podlagi ugotovljenih potreb podjetja ter izdelali končno orodje za poročanje in analizo podatkov.

Koristi, ki jih vsaka nadgradnja proizvodnega informacijskega sistema prinaša, so težko izmerljive, a kljub temu so vlaganja potrebna, saj so podatki, ki jih na podlagi avtomatskega zajema dobimo, zelo pomembni za kvalitetnejše spremljanje, planiranje, odločanje in energetske analize. Na drugi strani znatno pripomorejo h kakovostnejšim informacijam za znižanje stroškov, večji kakovosti in ažurnosti, učinkovitemu nadzoru in vodenju proizvodnega podjetja, kar nenazadnje pomeni boljšo konkurenčnost podjetja.

Takšne koristi pripisujemo tudi novo uvedenemu proizvodnemu informacijskemu sistemu za spremljanje rabe energije. Pomembno je poudariti, da razviti sistem sam po sebi ne prinaša prihrankov. Z ustreznim spremljanjem energetske porabe, poznavanjem posameznih parametrov in ustreznim poročanjem pa si bo podjetje v naslednjih letih po pričakovanjih zagotovilo vsaj 5% prihrankov pri stroških za energijo.

Poleg uvedbe sistema je zelo pomemben poudarek na promocijsko-informacijski aktivnosti na vseh nivojih podjetja. Z izvajanjem ukrepov za učinkovito rabo energije, ki se pokažejo na osnovi sistema spremljanja, kakor tudi analize njihovega učinka, dosežemo pričakovane rezultate celotnega sistema.

Proizvodni informacijski sistemi za ciljno spremljanje rabe energije bodo v prihodnosti predstavljali eno od osnovnih orodij za stalno nižanje stroškov v podjetjih. Izkušnje centra za energetske svetovanje Enekom kažejo, da se z uvedbo in izvajanjem sistema ciljnega spremljanja rabe energije običajno prihrani med 5% in

10% energije, kar pa je seveda odvisno od tehnologije in organizacije posameznega podjetja (Enekom, 2006).

V razvoj sistema je bilo vloženih šest mesecev dela. V času razvoja so nam srečevanja z negotovostjo in nova spoznavanja posameznih faz oteževala nadaljnje delo. Pri posameznih fazah projektne naloge smo bili s strani podjetja deležni uvodne pomoči pri spoznavanju programske opreme. Manjša predhodna znanja so zahtevale izvedbe kompleksnejših faz programiranja znotraj procesne podatkovne baze SQL, programiranja s celostnimi aplikacijami v Visual Basicu in programiranja v jeziku PHP. Številne rešitve in pomoč pri programiranju smo pridobili na svetovnem spletu.

Z doseženim rezultatom smo sedaj sposobni osnovnega razvoja aplikacij na krmilno-regulacijski opremi, razvoja aplikacij na nivoju SCADA vključno s procesnim zgodovinarjem iHistorian ter razvoja in ažuriranja procesnih podatkovnih baz. Pridobili smo sistemska znanja o proizvodnih informacijskih sistemih in delovanju centralnih nadzornih sistemov v energetiki. S pridobljenim znanjem programiranja in razumevanjem spletnih aplikacij smo sedaj sposobni izdelovati dinamične spletne strani, podprte z obsežnimi zbirkami podatkov.

Poleg tehničnih znanj nam je samostojno delo razvilo občutek za odgovornost, ker so nam srečevanja z negotovostjo v času razvoja proizvodnega informacijskega sistema povečala motiviranost, inovativnost in samoiniciativnost.

10. LITERATURA

- Enekom.** Podatki o energetske učinkovitosti pridobljeni 12.4.2005 s spletne strani: [http:// http://www.enekom.com/](http://www.enekom.com/)
- Fatur, T., Sitar, M.** (1999). Ciljno spremljanje rabe energije v industriji. Ljubljana: Konzorcij Femopet Slovenija.
- Gabrovec, M.** (2005). Proizvodni informacijski sistem v podjetju Livar d.d. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani: Ekonomska fakulteta.
- iFix.** (2000). Priročnik podjetja Metronik. Ljubljana: Metronik.
- Instromet.** Tehnični podatki turbinskih merilnikov. Pridobljeno 25.3.2005 s spletne strani: <http://www.instromet.com/>
- Kovačič, A., Vintar, M.** (1994). Načrtovanje in gradnja informacijskih sistemov. Ljubljana: DZS.
- Krom Schroder.** Tehnični podatki turbinskih merilnikov. Pridobljeno 25.3.2005 s spletne strani: <http://www.kromschroder.com/>
- Lesjak, D.** (2002). Uporaba informacijske tehnologije za doseganje konkurenčne prednosti poslovnega sistema. Doktorska disertacija. Univerza v Mariboru. Kranj: Fakulteta za organizacijske vede.
- Lewis, R.W.** (1998). Programming industrial control systems using IEC 1131-3. London UK: The Institute of Electrical Engineers.
- MKM Inženiring.** Splošni podatki turbinskih merilnikov. Pridobljeno 5.3.2005 s spletne strani: <http://www.mkm-inzeniring.si>
- Podbregar, J.** (2004). Informacijska podpora proizvodnemu sistemu. Zbornik posvetovanja. Portorož: Slovensko društvo informatika, str. 382–387.
- Sokolič, S.** (2003). Zajem procesnih podatkov za potrebe proizvodne informatike. Zbornik tretje konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu. Maribor: Društvo avtomatiko Slovenije, str. 173–178.
- Turk, I.** (1987). Pojemovnik poslovne informatike. Ljubljana: Društvo ekonomistov.
- Zandstra, M.** (2004). Naučite se PHP v 24 urah - 3.izd. Ljubljana: Pasadena.