

# Sistem za zajemanje, arhiviranje, spremljanje in analizo procesnih parametrov polkontinuirnega ulivanja v IMPOL-u, Slovenska Bistrica

## Sistem for Data Acquiring, Monitoring, Archiving Data and Casting Analysis

M. Sabolič-Mijovič<sup>1</sup>, IMPOL Slovenska Bistrica

B. Šarler, Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani

Prejem rokopisa - received: 1996-10-04; sprejem za objavo - accepted for publication: 1997-01-17

*Prispevek opisuje sistem za zajemanje, arhiviranje, spremljanje in analizo procesnih parametrov polkontinuirnega ulivanja aluminijevih zlitin. Razvit je bil za livarno tovarno IMPOL, Slov. Bistrica. Sestavljajo ga trije osebni računalniki za planiranje ulivanja, za zajemanje, arhiviranje in nadzor nad procesom ter analizo procesnih parametrov.*

*Ključne besede: kontinuirno ulivanje, aluminijeve zlitine, procesno vodenje*

*This paper describes system for data acquisition, monitoring, data archiving and casting process analysis developed for D.C. casthouse environment in IMPOL Slovenska Bistrica. The system is composed of the three personal computers that are used for casting planning, casting process monitoring and casting analysis.*

*Key words: D.C. Casting, aluminium alloys, process control*

### 1 Uvod

Proces kontinuirnega ulivanja je vstopil v obdobje hitrega razvoja instrumentacije, regulacije in avtomatskega vodenja v povezavi z modeliranjem temperaturnega, hitrostnega, sestavinskega, deformacijskega in mikrostrukturnega polja proizvoda. Procesni računalniki so postali potrebno sredstvo za nadzor in izboljšanje kvalitete ter povečanje razpoložljivosti livnih naprav.

Procesno vodenje v IMPOLU, Slovenska Bistrica lahko razvrstimo na naslednje štiri nivoje:

1. Procesno vodenje celotnega podjetja IMPOL, Slovenska Bistrica
2. Procesno vodenje livarne IMPOL, Slovenska Bistrica
3. Sistem za zajemanje, arhiviranje, spremljanje in analizo procesnih parametrov livnih naprav
4. Merilna tehnika.

Prispevek opisuje tretji nivo.

### 2 Sistem za zajemanje, spremljanje, arhiviranje in analizo procesnih parametrov polkontinuirnega ulivanja v IMPOL-u, Slovenska Bistrica

Sistem smo razvili zaradi naslednjih potreb:

- večje ponovljivosti procesa
- povečanje kvalitete procesa
- zmanjšanje stroškov zaradi večje produktivnosti in manjšega izmeta

- povečanje varnosti sistema zaradi avtomatskih instrukcij in alarmiranja operaterja
- možnosti opozarjanja na preventivno servisiranje livne naprave
- spremljanja obnašanja livnih naprav na podlagi arhiva procesnih parametrov
- združljivosti procesa s standardi ISO 9000.

Instaliran je na LIVNI NAPRAVI 1, kjer poskusno obratuje. Ker so v livarni IMPOL, Slov. Bistrica tri livne naprave, načrtujemo instalacijo ekvivalentnih sistemov LIVNE NAPRAVE 2 in LIVNE NAPRAVE 3. Osebni računalniki za zajemanje, arhiviranje in nadzor - PC-LIVAR (1,2,3), za planiranje procesa ulivanja na vseh treh livnih napravah - PC-PLANER in analizo procesnih parametrov - PC-TEHNOLOG so povezani z računalniško mrežo.

### 3 Elementi in povezava elementov sistema

Sistem vsake livne naprave povezuje elemente, kot so:

- MERILNI PRETVORNIKI PROCESNIH SPREMENLJIVK
- KOMUNIKACIJSKA ENOTA ZA ZAJEMANJE PROCESNIH SPREMENLJIVK
- OSEBNI RAČUNALNIKI 'PC-PLANER', 'PC-LIVAR' in 'PC-TEHNOLOG'.

Merilni pretvorniki so preko vmesne karte in multifunkcijske vhodno-izhodne karte povezani s procesnim računalnikom PC-LIVAR. Vsak merilnik meri vrednost ene procesne spremenljivke in jo pretvori v analogni ali digitalni signal, ki je preko komunikacijske enote

<sup>1</sup> Mojca SABOLIČ-MIJOVIČ, dipl.inž.  
IMPOL, d.o.o. sektor Razvoj  
2310 Slovenska Bistrica, Partizanska 38

dosegljiv osebnemu računalniku PC-LIVAR. Procesne spremenljivke se dinamično prikazujejo na monitorju v realnem času. Vrednosti so prikazane v obliki stolpičev in numerično ter jih obenem shranjujemo na trdi disk računalnika PC-LIVAR. Odstopanja od mejnih vrednosti se javljajo zvočno in vizualno.

Na osebnih računalnikih PC-LIVAR, PC-PLANER in PC-TEHNOLOG se izvajajo programi programskega paketa "IMPOLCast". Programi so pisani v višjem programskem jeziku Pascal 7.0 (Borland). Na vsakem računalniku teče drug program paketa "IMPOLCast", ki uporablja bazo podatkov, dosegljivo vsem trem uporabnikom.

#### 4 Potek procesa ulivanja po korakih

Informacijska podpora procesa polkontinuirnega ulivanja se izvrši v treh korakih:

- KORAK 1: Planiranje procesa litja
- KORAK 2: Začetek, spremljanje, konec litja
- KORAK 3: Analiza procesa litja.

Koraki se izvajajo sekvenčno - pogoj za izvajanje naslednjega je izvršen prejšnji korak.

##### 4.1 Planiranje procesa ulivanja

Planiranje procesa ulivanja je prvi del informacijske podpore. Planiranje poteka na osebnem računalniku PC-PLANER. Planer-terminer pripravi delovni nalog, po katerem naj bi potekalo ulivanje naslednjih 24 ur (3 izmene). Delovni nalog pomeni navodilo za ulivanje, po katerem se ravnaajo mojstri - livarji. Kreira ga na podlagi:

- baze podatkov
- baze delovnih nalogov.

BAZA PODATKOV vključuje BAZO ZLITIN, šifro formata, tabelo dimenzij ulivancev in zaporedno številko šarže.

BAZA ZLITIN zajema podatke o kemijski zgradbi zlitin, razvršča zlitine po šifrah in imenih (šifra zlitine, ime zlitine), vsaka zlitina ima vpisan tudi standard, po katerem je bila klasificirana. Planer lahko podatke te baze le prebere, ne more pa jih spreminjati.

Dimenzije ulivancev so shranjene v TABELI FORMATOV, kjer ima vsaka dimenzija svojo šifro (šifra formata) in mere v mm. Planer lahko tabelo formatov ustvari, popravlja ali briše.

V bazi delovnih nalogov so zajeti vsi del. nalogi, tako tisti, po katerih se bo ulivanje izvršilo, kakor tudi tisti, po katerih se je ulivanje že izvršilo.

Kreiranje delovnega naloga je osnovna akcija planerja, ki zahteva navedene vhodne podatke. Planer izbere vrsto zlitine iz baze zlitin, šifro formata iz tabele formatov, vpiše število ulivancev, zaporedno številko šarže, šifro planerja ter datum in izmeno, za katero je delovni nalog planiran. Če pri izvajanju faze 2 predvideva kakšne posebnosti, to opiše z besedilom pod opombe. Pri

kreiranju si pomaga z bazo delovnih nalogov, kjer ima pregled nad predhodno kreiranimi delovnimi nalogi.

Izhodni podatek KORAKA 1 je delovni nalog, ki je neizvršen in vpisan v bazo delovnih nalogov.

##### 4.2 Začetek, spremljanje in nadzor, konec ulivanja

Začetek, spremljanje in nadzor ter konec ulivanja sestavljajo drugi del informacijske podpore polkontinuirnega ulivanja. Na osebnem računalniku PC-LIVAR, ki je postavljen v bližini livne naprave, se izvaja program paketa "IMPOL-CAST". Potek nadzira mojster-livar. Vhodni podatek je baza delovnih nalogov. Brez ustreznega delovnega naloga mojster-livar ne more aktivirati procesa ulivanja. Vhodni podatek je tudi rezultat kemijske analize pred začetkom ulivanja.

Preden mojster-livar aktivira začetek ulivanja, se po ustreznem delovnem nalogu založi in aktivira talilna peč. Vzorec zlitine se preveri s kemijsko analizo. Če zlitina ustreza, se aktivira odstavna peč, sicer se v talilno peč dodajajo ustrezni elementi (dolegiranje), dokler zlitina ne ustreza zahtevam, in se šele nato aktivira odstavna peč. Tik pred začetkom ulivanja se vzorec zlitine še enkrat preveri. Če zlitina ustreza, mojster-livar lahko aktivira proces litja, sicer se zlitina ponovno dolegira. Iz baze delovnih nalogov se izbere tisti, ki ustreza po datumu in času oziroma delovni nalog, ki še ni do konca izvršen (baza delovnih nalogov).

Mojster-livar vnese v ustrezni neizvršen delovni nalog šifro livarja, potrdi ali spremeni šifro zlitine, dimenzijo ulivancev, zaporedno številko šarže in število ulivancev. Nato aktivira "START ULIVANJA".

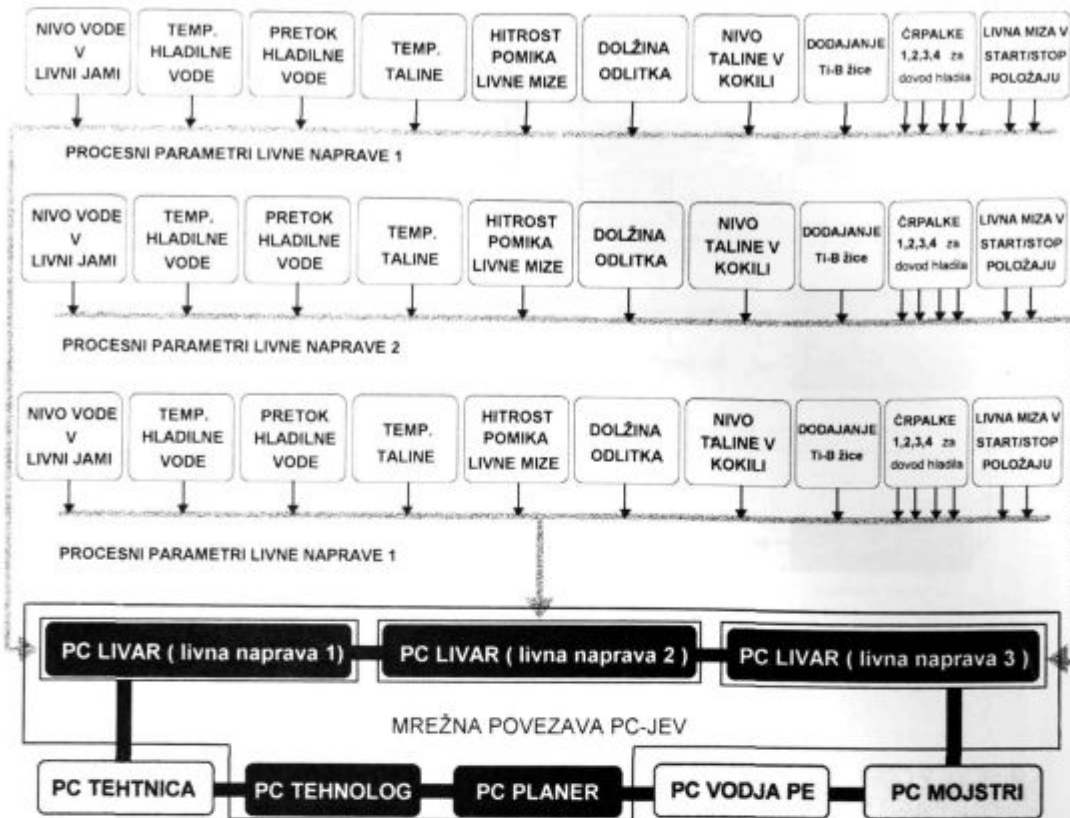
Med procesom ulivanja sistem spremlja parametre ulivanja in opozarja mojstra-livarja na morebitna odstopanja merjenih parametrov od predvidenih procesnih parametrov v livnem programu. Opozarjanje je pri manjših odstopanjih vizualno, pri večjih pa audiovizualno.

Po končanem ulivanju (ulivanec doseže določeno višino oziroma ulivanje se ustavi) mojster-livar aktivira proces "STOP ULIVANJA", vnese število ulitih bram ali drogov, potrdi oziroma označi vsak ulivanec s kodo napake. Začetek in konec ulivanja se aktivira za vsako kvaliteto posebej. Ko so ulite vse kvalitete po izbranem delovnem nalogu, lahko mojster-livar vpiše še opombe. Po tem se izvršen delovni nalog shrani v bazo delovnih nalogov.

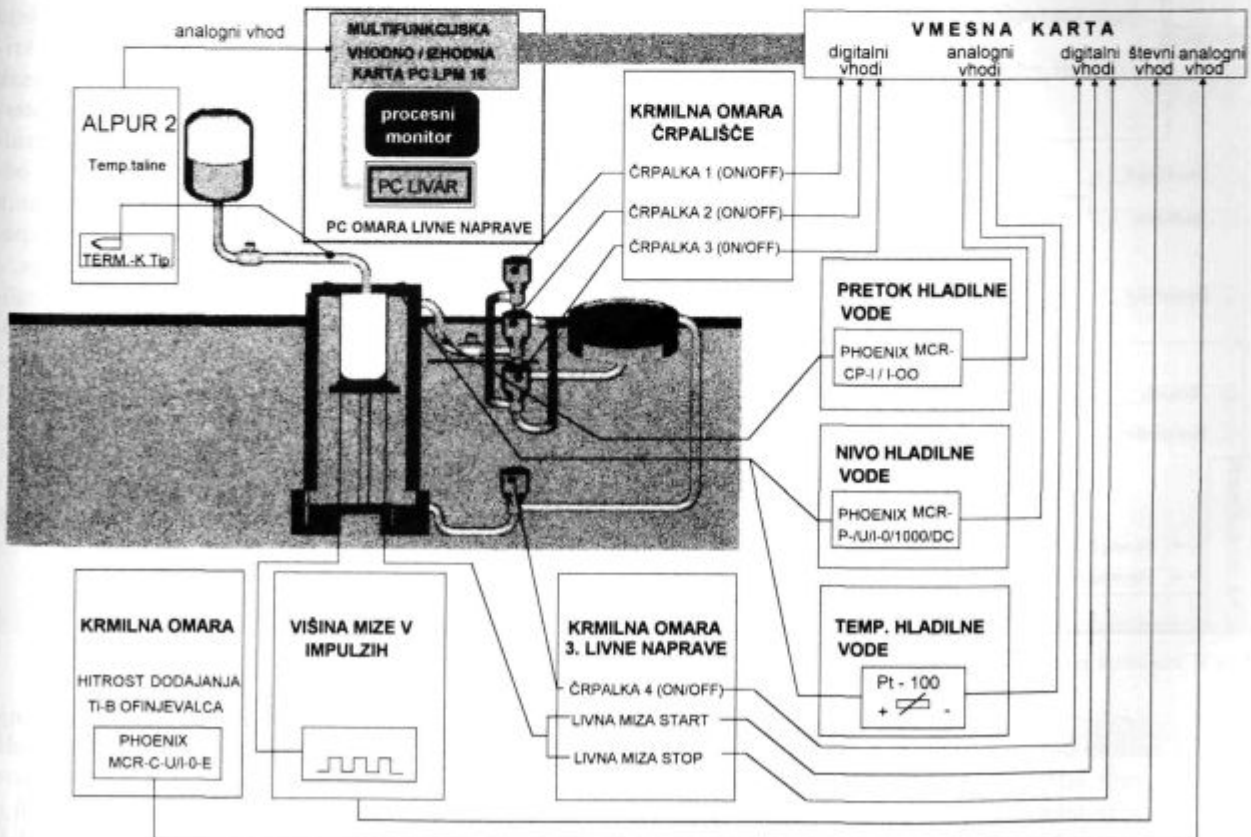
Med procesom litja se vzorec zlitine še zadnjič kemijsko analizira, rezultat je končna kemijska sestava zlitine. Izhodni podatek je izvršen delovni nalog, ki zajema procesne parametre ulivanja in kemijsko analizo ulitka.

##### 4.3 Analiza procesa ulivanja

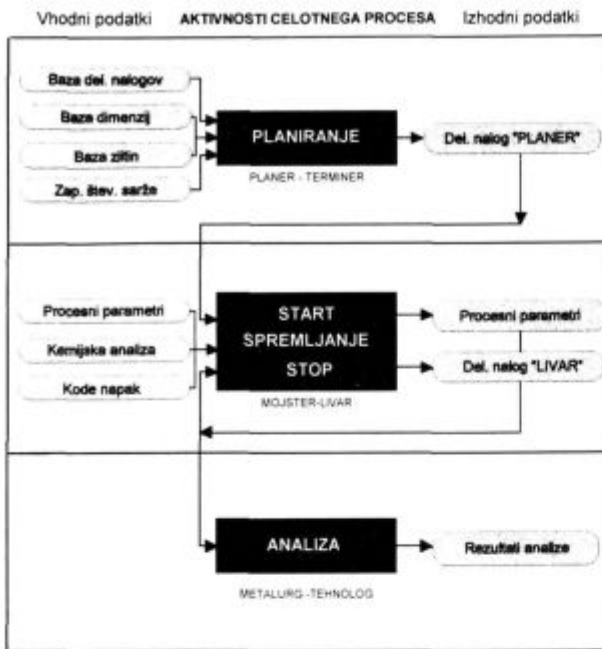
Program za analizo procesnih parametrov se izvaja na osebnem računalniku PC-TEHNOLOG. Namenjen je tehnologu. Vhodni podatki so: baza delovnih nalogov, vrednosti procesnih spremenljivk in kemijske sestave ulitkov. Po končanem ulivanju se prenesejo v arhiv. Pro-



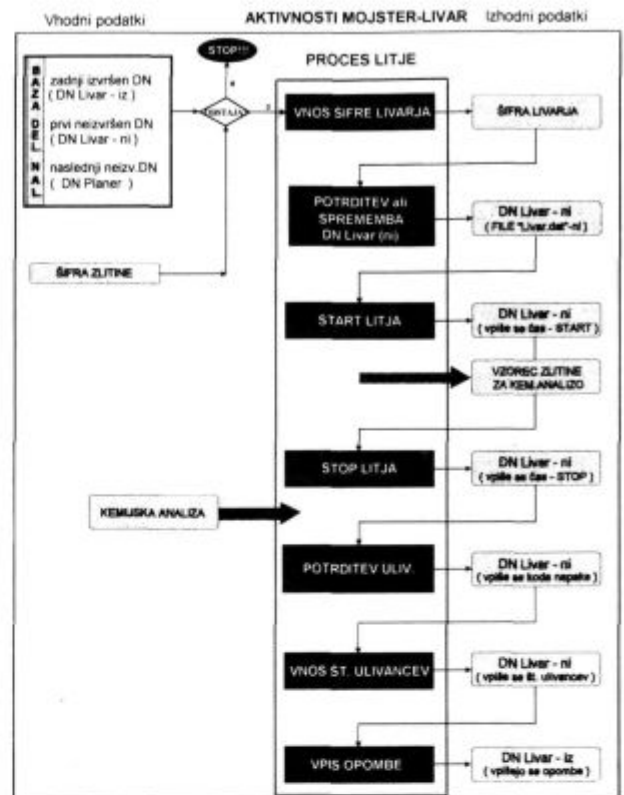
Slika 1: Povezava sistema s procesnim vodenjem livarna



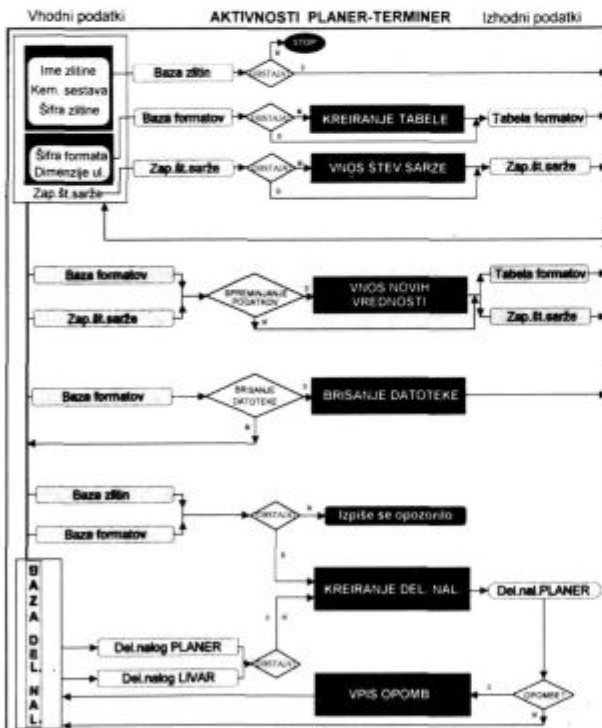
Slika 2: Povezava sistema z merilniki



Slika 3: Potek procesa ulivanja po korakih



Slika 5: Začetek, spremljanje in konec litja



Slika 4: Planiranje procesa litja

gram za analizo omogača listanje po arhivu, prenos podatkov v arhiv, izbiro delovnega naloga oz. ulivanja, ki ga bo metalurg-tehnolog analiziral. Ko je delovni nalog izbran, se na zaslonu izpišejo vsi časovno neodvisni parametri procesa (tip zlitine, število ulivancev, številka

šarže, datum...). Časovno odvisni parametri (temperatura, pretoki, hitrost ulivanja, stanja črpalk...) se izrišejo v odvisnosti od časa, možno je poljubno skaliranje krivulje. Izriše se tudi krivulja srednje vredosti. Za vsak časovno odvisni parameter lahko izberemo časovni interval, v katerem se izračuna povprečje in disperzija. Rezultati se izpišejo na zaslonu. S statistično analizo odstopanja dejanskih procesnih parametrov od predpisanih se določijo morebitne sistemske pomanjkljivosti, specifične za posamezno livno napravo ali mojstra-livarja.

Na osebem računalniku PC-TEHNOLOG je instaliran simulator procesa kontinuirnega ulivanja. S simulatorjem se analizira vpliv odstopanja procesnih spremenljivk na temperaturno polje ulivanja in toplotne tokove v njem. Na podlagi metalurških meril ohlajanja se nastavi nove osnovne vrednosti livnega programa in alarmi. Na podlagi analize PC-TEHNOLOG tehnolog sklepa na povezavo med odstopanji procesnih spremenljivk od livnega programa ter napakami ulivanja.

## 5 Zaključek

Sistem za zajemanje, spremljanje, nadzor, vpisovanje in analizo procesnih parametrov polkontinuirnega ulivanja aluminijevih zlitin, razvit za livarno IMPOL, Slov. Bistrica je instaliran na eni od livnih naprav. Preskušeni je bil v realnem okolju. Poskusno obratovanje sistema je bilo uspešno izvedeno.

## Zahvala

Avtorja se zahvalujeta za podporo IMPOL-u, Slovenska Bistrica, Ministerstvu za znanost in tehnologijo in European Community v okviru projektov:

- Modeliranje kontinuirnega ulivanja aluminijevih zlitin
- Modeliranje kontinuirnega ulivanja in
- COST- 512: Modelling in materials science and processing.

## 6 Literatura

- <sup>1</sup> K. Schwerdtfeger (ed.), *Metallurgie des Stranggiessens*, Verlag Stahleisen, 1992
- <sup>2</sup> I. Šalamun, A. Stritar, B. Šarler, Spremljanje parametrov kontinuirnega ulivanja na osebem računalniku, *Kovine, zlitine, tehnologije*, 27, 1993
- <sup>3</sup> U. S. Nuclear Regulatory Commission: *A Status Report Regarding Industry Implementation of Safety Parameter Display Systems*, NUREG-1342, Washington 1989
- <sup>4</sup> Wagstaff, različni informacijski materiali