

Spremljanje parametrov kontinuiranega ulivanja na osebni računalniku - II

Recording of Continuous Casting Process Parameters on Personal Computer - II

Igor Šalamun, Andrej Stritar, Božidar Šarler, Univerza v Ljubljani, Institut "Jožef Stefan",
Odsek za reaktorsko tehniko

Predstavljamo grafični programski paket za zbiranje, shranjevanje in prikazovanje parametrov kontinuiranega ulivanja. Programski paket zbira podatke operaterja, procesa in matematičnega modela, ter jih shranjuje v primerno kodirano bazo podatkov. Je primeren za spremljanje procesnih parametrov in primerjavo parametrov shranjenih v podatkovni bazi. Parametri procesa se prikazujejo v obliki shematskega prikaza na sliki procesa, kot vrednosti v obliki stolpičev, ali kot številčne vrednosti. Vrednosti parametrov shranjene v podatkovni bazi se prikazujejo v obliki grafov. Programski paket je sestavni del paketa za matematično modeliranje kontinuiranega ulivanja.

Ključne besede: kontinuirano ulivanje, komunikacija človek-stroj, spremljanje procesnih parametrov, prikazovanje zgodovine procesa

A computer code for the recording, storing and displaying parameters of continuous casting process. The computer code records data from the operator, process computer and mathematical model of continuous casting process and stores them into the database file. It is useful for monitoring process parameters and comparing the different data from the database files. The monitoring parameters are displayed as a part of a process picture, bars or numerical values. The data from database file are displayed as graphs. The computer code presents a part of the program package for the mathematical modelling of continuous casting process.

Key words: continuous casting, man-machine interface, recording of process parameters, displaying postprocessing results

1 Programski paket ConCast

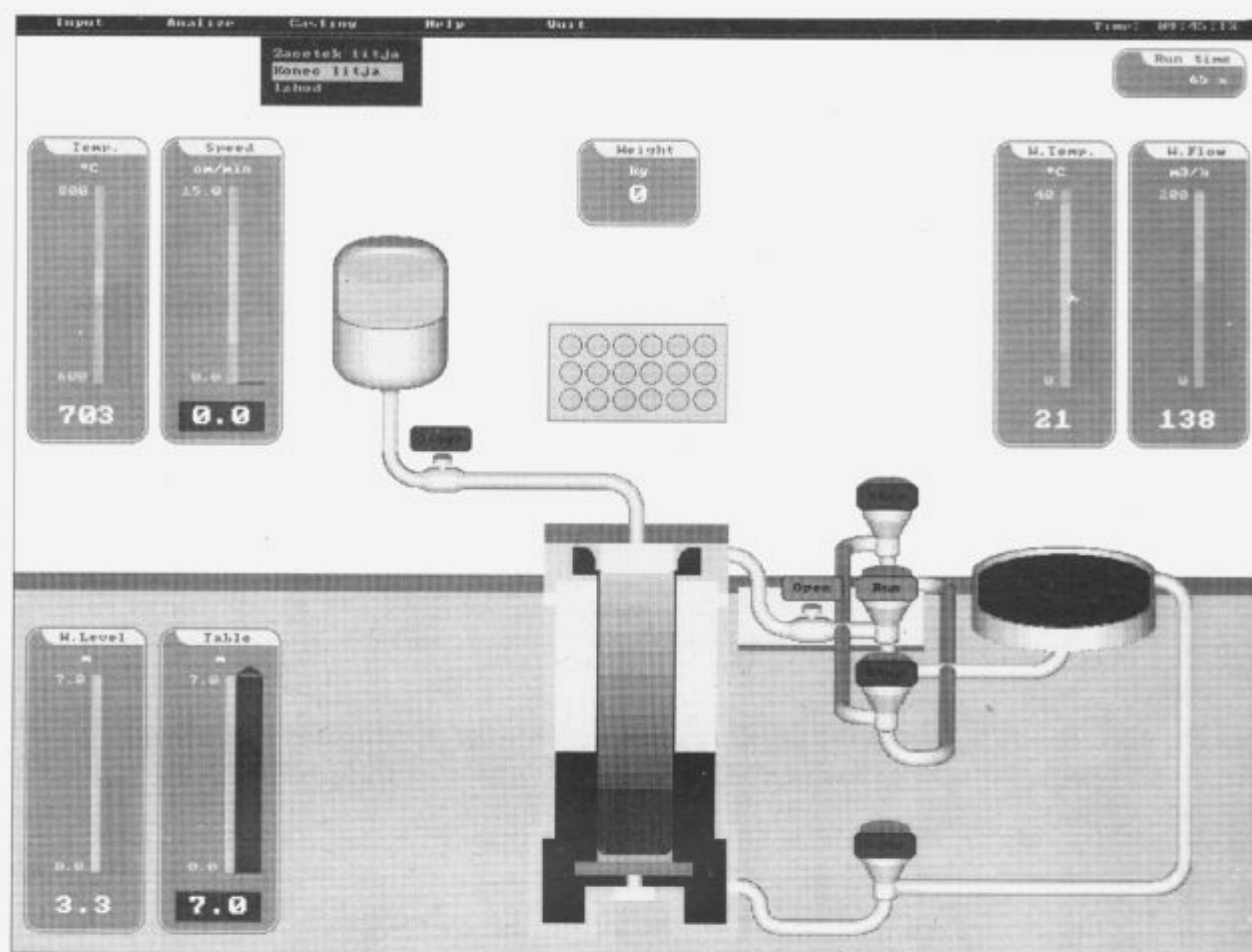
Razvoj računalniške tehnologije v osemdesetih letih tega stoletja je povzročil široko uporabo računalnikov v industriji. Računalniki so postajali vse manjši, zmogljivejši in cenejši. Z uveljavitvijo standarda osebnega računalnika se je pojavil na tržišču stroj, ki je dovolj zmogljiv za spremljanje, beleženje in prikazovanje parametrov procesa. Razvitih je bilo že tudi nekaj aplikacij, ki pokrivajo spremljanje parametrov pri kontinuiranem ulivanju¹.

Številčne vrednosti parametrov procesa kontinuirnega ulivanja in matematičnih modelov kontinuirnega ulivanja dobijo svojo nazornost in uporabnost šele ob primerni grafični predstavitvi. Zato smo v okviru predkonkurenčnega projekta "Prenos toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju"^{2,3} razvijali grafični paket, ki bo omogočal nazoren prikaz merjenih parametrov procesa v povezavi z matematičnim modelom. Napisan je za osebni računalnik (PC/AT), ki je opremljen z zmogljivo grafično kartico

ločljivosti 1024×768 točk in omogoča istočasen prikaz 256 barvnih odtenkov. Grafični paket razvijamo po standardih predpisanih za novo generacijo komandnih sob jedrskih elektrarn, ki vključujejo grafične zaslone z visoko ločljivostjo. Standarde smo povzeli po priporočilih Ameriške uprave za jedrsko varnost^{4,5,6}. V nadaljevanju so opisane različice programskega paketa razvitega za Impol Slovenska Bistrica in Acroni Jesenice.

2 ConCast - Impol Slovenska Bistrica

V sodelovanju z Impol Slovenska Bistrica smo razvili grafični programski paket za spremljanje pomembnejših parametrov kontinuirnega ulivanja. Paket je razdeljen na tri osnovne dele. Pod imenom "Input" je možnost vnašanja novega delovnega naloga. Izbira "Casting" je namenjena za spremljanje parametrov kontinuirnega ulivanja glede na zahteve podane v delovnem nalogu. Tretji del, to je izbira "Analyze", pa je namenjen za predstavitev merjenih parametrov v obliki grafov. Skupno vsakemu delu je glavni



Slika 1: Prikaz najpomembnejših parametrov na shemi procesa

Figure 1: Presentation of the most significant parameters on the process flowsheet

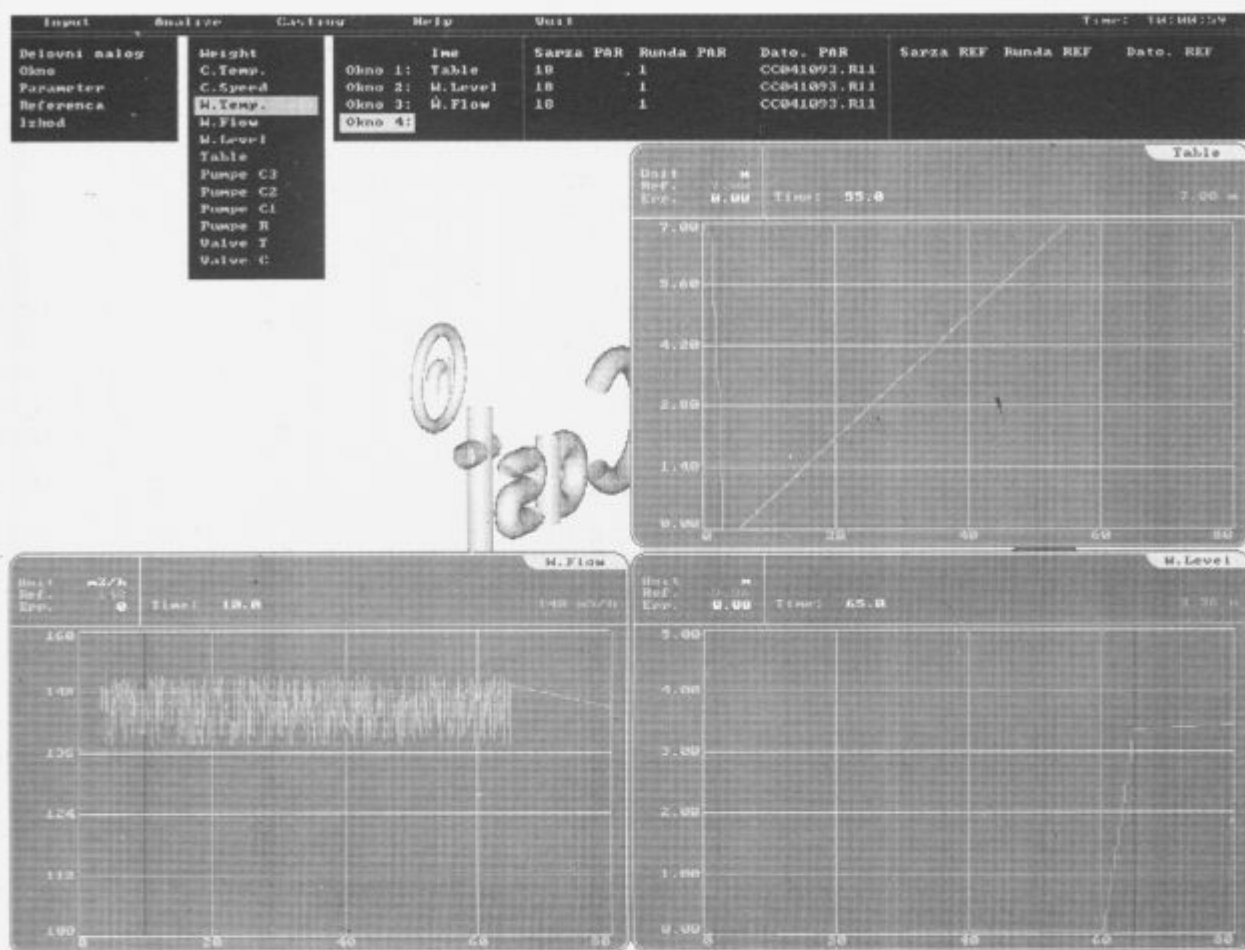
meni, ki povezuje vse tri dele med seboj. Podatki med posamezni deli programa se prenašajo preko podatkovnih datotek.

Izbira "Input" je namenjena planerju livnega postopka in omogoča pisanje delovnih nalogov, po katerih livarji izvajajo program ulivanja. Večino vnešenih parametrov delovnega naloga se vnaša preko izbir iz tabel. Program omogoča vnos, brisanje in popravljanje tabel zlitin. Pri vsaki izbiri se najprej izbere zlitino iz prve tabele, nato sledi tabela izbrane zlitine. Pri vnosu delovnega naloga se izbere šifra željene zlitine, na osnovi katere program izbere iz baze podatkov ustrezne parametre. Vsi predlagani parametri se morajo še potrditi (šifra zlitine, format, število ulivancev) in vnesti manjkajoče parametre (šarža). V delovni nalog je možno vnesti do štiri ulivanja. Ob koncu vpisa v delovni nalog se vpiše še datum izvajanja ulivanja, predlagan je datum naslednjega dne, oznaka izmene in ime planerja. Tako pripravljen delovni nalog je osnova za spremljanje parametrov pri ulivanju.

Parametri ulivanja se spremljajo pod izbiro "Casting". Na osnovi predhodno vnešenega delovnega naloga, tekočega datuma in tekočega časa, program izbere odgovarjajoč delovni nalog. Livar lahko popravlja vnešene parametre

glede na trenutno stanje livne naprave. Po končanem vnosu morebitnih popravkov livar starta spremljanje parametrov z izbiro "start" v tekoči tabeli delovnega naloga.

Na shemi procesa se prikazujejo najpomembnejši parametri ulivanja: temperatura taline, hitrost ulivanja, temperatura hladilne vode, pretok hladilne vode, višina vode v livnem jašku, višina mize, teža ulitega materiala, položaj ventilov, obratovalno stanje črpalk in tekoči čas ulivanja, kar prikazuje **slika 1**. Položaj ventilov in obratovalno stanje črpalk se prikazuje kot dvopoložajna oznaka odprto-zaprto oziroma deluje-stoji. Teža odlitega materiala in tekoči čas ulivanja sta predstavljena s številčnimi vrednostmi. Preostale vrednosti parametrov pa so prikazane v obliki stolpičev in s številčnimi vrednostmi. Stolpič je razdeljen na dve območji, dovoljeno območje in nezaželeno območje. Če parameter doseže nezaželeno območje, se stolpiček obarva rdeče, drugače pa je zelen. Tudi podlaga številčne vrednosti se obarva z rdečo barvo in ostane toliko časa rdeča, dokler livar ne resetira vrednosti parametra. Tako je zagotovljeno opozorilo livarju, da je v nekem trenutku določena spremenljivka dosegla nezaželeno vrednost. Višina mize in višina vode v livnem kanalu sta



Slika 2: Prikaz vrednosti shranjenih v podatkovni datoteki

Figure 2: Presentation of parameters values stored in database file

ponazorjena tudi s premikom mize in vode na sami shemi procesa. Tako dobi livar zelo nazoren prikaz o poteku ulivanja. Vrednosti vseh prikazanih parametrov se shranjujejo v datoteko za kasnejšo analizo ulivanja.

Spremljanje parametrov pri ulivanju se konča z izbiro "Konec ulivanja". V tem trenutku se ustavi beleženje parametrov in njihov prikaz na zaslonu. Livar dopolni manjkajoče podatke v delovnem nalogu in vsi podatki o pravkar končanem ulivanju se shranijo v odgovarjajoče podatkovne datoteke. Program je sedaj pripravljen na ponovno spremljanje ulivanja, seveda, če livar ni že odličil celotne runde predpisane z delovnim nalogom.

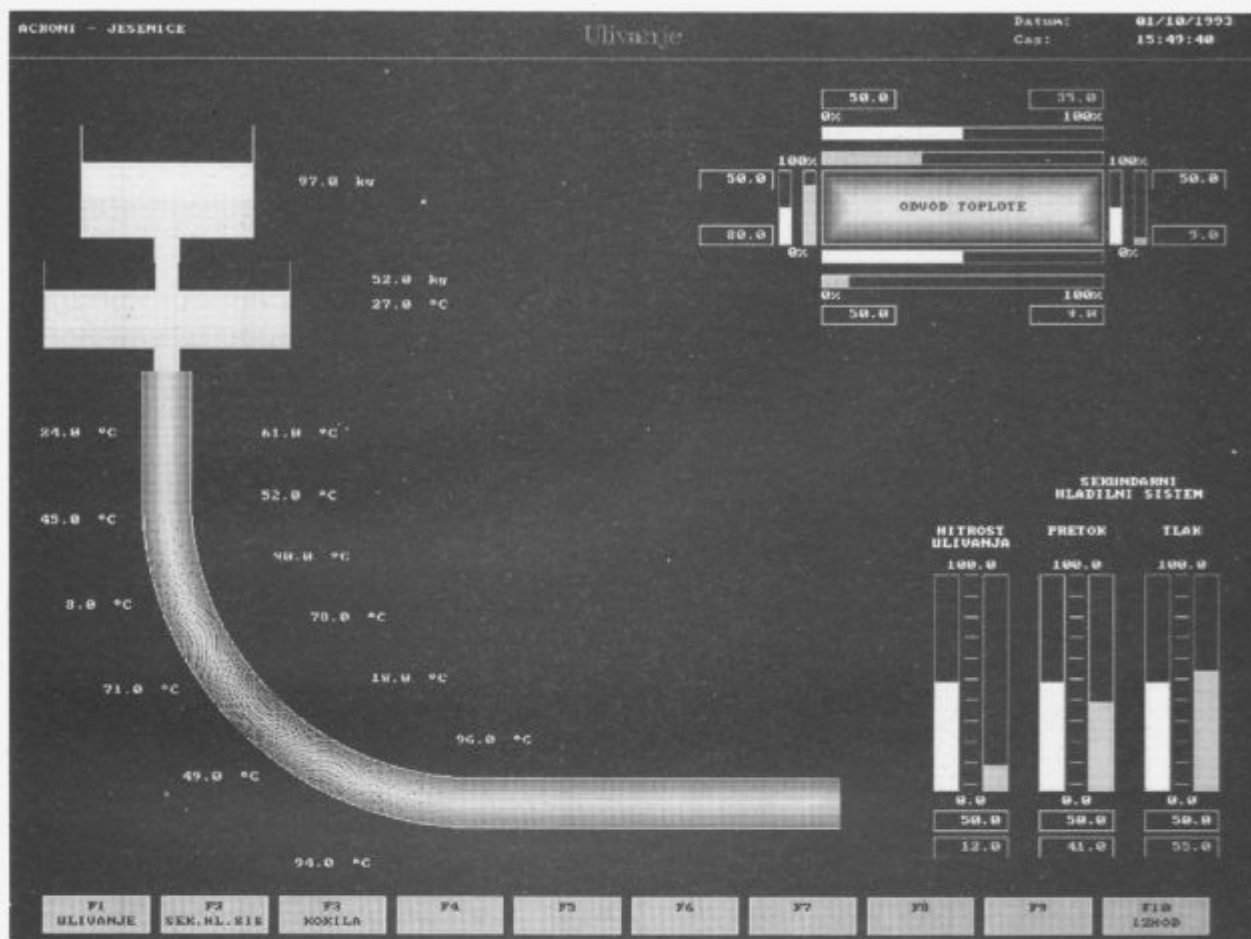
Shranjen časovni potek merjenih vrednosti se lahko pregleduje pod izbiro "Analyze". Ta del programa omogoča primerjavo časovnega poteka vrednosti istih parametrov različnih ulivanj (različni delovni nalogi ali različne runde ulivanja). Prvo se izbere delovni nalog, nato rundo in na koncu še parameter. Na voljo so štiri okna, za vsak izbran parameter po eno okno, kar prikazuje **slika 2**. V vsakem oknu je izrisan potek izbranega parametra in tudi referenca, ki predstavlja isti parameter izbran iz druge podatkovne datoteke. Podatki o izbranih parametrih, referencah in

aktivnem oknu so v posebni tabeli. Vsako okno vsebuje ime parametra, številsko vrednost parametra in referenčno vrednost, ter razliko med parametrom in referenčno vrednostjo. S pomikom označevalne črte po časovni skali, se izpisujejo nove trenutne vrednosti parametra in referenčne vrednosti ter njuna razlika. Časovno skalo, kot tudi skalo parametra, lahko poljubno povečujemo ali zmanjšujemo glede na trenutne želje uporabnika programa.

3 ConCast - Acroni Jesenice

V sodelovanju z Acroni Jesenice smo razvili osnovni sliko za spremljanje najpomembnejših parametrov ulivanja. Prikaz je sestavljen iz dveh osnovnih slik in je namenjen za neposredni prikaz parametrov ob ulivanju, kar prikazujeta **slika 3** in **slika 4**. Vrednosti posameznih parametrov se prikazujejo v obliki stolpčev in kot številске vrednosti. Vsaka slika ima glavo, v kateri se izpisuje ime prikazane slike, datum in čas. Na dnu vsake slike je glavni meni, ki obsega deset funkcijskih tipk, preko katerih se izbirajo željeni prikazi in omogoča tudi izhod iz programa.

Slika 3 prikazuje prvo sliko "Ulivanje", na kateri se prikazuje temperatura ulivanja v vmesni ponovci, teža



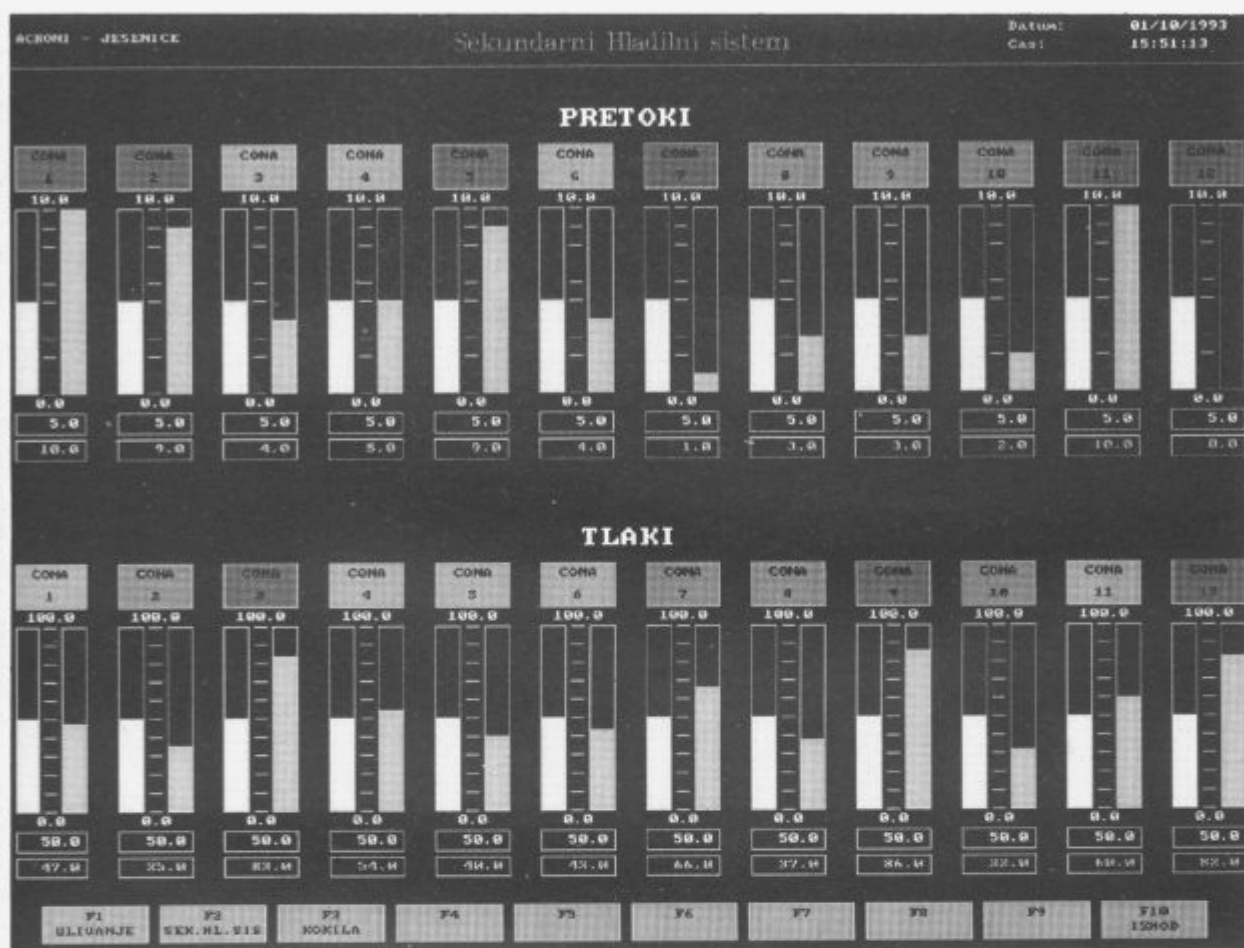
Slika 3: Slika "Ulivanje" (vrednosti parametrov niso realne)
Figure 3: Picture "Casting" (parameter values are not realistic)

materiala v ponovci in vmesni ponovci, ter temperatura hladila v dvanajstih conah vzdolž pomika ulivanja. Ti parametri se prikazujejo na sami shemi ulivanja. V obliki stolpcev in s številskimi vrednostmi se prikazujejo parametri hitrosti ulivanja ter tlak in pretok sekundarnega hladilnega sistema. Vsak parameter se prikazuje v dveh stolpcih in kot dve številski vrednosti. Prvi stolpec in zgornja številka vrednost sta sive barve in označujeta referenčno vrednost, desni stolpec in spodnja številka vrednost, ki sta cianidne barve pa prikazujeta trenutno vrednost danega parametra. Referenčna vrednost se lahko spreminja v odvisnosti od livnega programa. Vsak stolpec je razdeljen na deset delov. Na dnu stolpca je izpisana najmanjša vrednost stolpca, na vrhu stolpca pa največja vrednost, ki se lahko prikazuje še v obliki pomika stolpčiča.

Do sedaj opisani parametri prikazani na sliki "Ulivanje" se merijo neposredno na merilnih mestih. Odvod toplote se ne more meriti neposredno, zato ga računamo

preko matematičnega modela. Parametri odvoda toplote se prikazujejo tudi na sliki "Ulivanje". Oblika ulivanja, s katerega se odvaja toplota je pravokotnik. Zaradi različnega odvoda toplote pri vseh štirih stranicah kokile se podaja štiri parametre odvoda toplote, za vsako stranico posebej. Vsak parameter se tudi tu podaja v obliki stolpčev in kot številke vrednosti. Podaja se željena vrednost posameznega parametra in trenutna izračunana vrednost parametra. Dva parametra se podajata z vodoravnim, preostala parametra pa z navpičnim pomikom stolpčiča. Podani sta tudi vrednosti obsega pomika stolpčičev.

Druge slike prikazuje parametrov "Sekundarni hladilni sistem" je prikazana na sliki 4. Ta slika obsega glavo in glavni funkciski meni ter prikaz pretokov in tlakov sekundarne hladilne vode v dvanajstih conah. Pretoki in tlaki sekundarne vode so prikazani v obliki stolpčev in kot številke vrednosti. Vsak pretok in tlak je označen s kvadratom z opisom cone. Barva kvadrata se spreminja



Slika 4: Slika "Sekundarni hladilni sistem" (vrednosti parametrov niso realne)

Figure 4: Picture "Secondary cooling system" (parameter values are not realistic)

glede na nastavljeno in dejansko vrednost parametra v posamezni coni. Parametri se tako prikazujejo v štirin-dvajsetih enotah.

Enota prikaza tlaka ali pretoka v posamezni coni ob-sega dva stolpična prikaza, dva prikaza v obliki številčne vrednosti in barvasto oznako odstopanja od željene vred-nosti. Vsak parameter je podan s tremi obsegi. Najozžji obseg je obseg dovoljenega odstopanja in je označen kot zelena barva pri oznaki cone. Drugi obseg - tolerančni obseg podaja vrednosti, ki so na meji med dovoljenim odstopanjem in odstopanjem, ki zahteva trenutno ukrepanje - oranžna barva. Tretji obseg je obseg nedovoljenih vred-nosti - rdeča barva, ki tudi določa obseg pomika stolpiča. Vsak parameter je podan z željeno vrednostjo - siva barva in dejansko vrednostjo - cianidna barva. Stolpiči so raz-deljeni na deset delov in imajo izpisano najmanjšo in naj-večjo vrednost, ki jo še lahko prikazujejo. Prikaz vrednos-ti s številskimi vrednostmi ni omejen.

4 Zaključek

Programski paket pomaga operaterju pri njegovem delu in je kvaliteten pripomoček ekspertu, pa naj bo to sama analiza tekočega ulivanja ali spoznavanje zakonitosti odvisnosti parametrov med samim ulivanjem. Programski paket je zgrajen tako, da bo v bodoče povezan z ekspertnim sitemom na podlagi računalniškega programa za prenos toplote in snovi, računalniškega programa za prenos toplote, snovi, gibalne količine in sestavin med kontinuiranim ulivanjem, ter računalniškega programa za regulacijo livne naprave, ki bo svetoval operaterju pri pripravi livnega programa in pri samem izvajanju ulivanja.

Osnovni viri

- E. Laitinen: On the Simulation and Control of the Con-tinuous Casting Process, Report 43, University of Jy-väskylä, Department of Mathematics, 1989.

- ² B. Šarler: Prenos toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju, Projektna dokumentacija, Ljubljana 1991.
- ³ B. Šarler, B. Mavko, A. Stritar, A. Košir: Prenos toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju; Faza 1: Impol Slovenska bistrica, IJS Delovno poročilo 6390, Ljubljana 1992.
- ⁴ U.S. Nuclear Regulatory Commission: Clarification of TMI Action Plan Requirements, NUREG-0737 Supplement No. 1, Washington 1982.
- ⁵ U. S. Nuclear Regulatory Commission: Man-Machine Interface Issues in Nuclear Power Plants, NUREG/CR--5348, Washington 1989.
- ⁶ U. S. Nuclear Regulatory Commission: A Status Report Regarding Industry Implementation of Safety Parameter Display Systems, NUREG-1342, Washington 1989.

Zahvala

Zahvaljujemo se dipl. ing. Mojci Sabolič iz Impol Slovenska Bistrice za uspešno sodelovanje pri razvoju grafičnega paketa za prikaz parametrov kontinuiranega ulivanja in za njen prispevek pri izvedbi aplikacije projekta "Prenos toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju" za Impol Slovenska Bistrica.