

**UNIVERZITET U NOVOM SADU FAKULTET TEHNIČKIH
NAUKA**

Autori:

Dr Ivan Matin,
Dr Miodrag Hadžistević,
Dr Janko Hodolič,
Dr Đorđe Vukelić
Dr Dejan Lukić

**PROGRAMSKI SISTEM ZA PROJEKTOVANJE
ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE
PLASTIKE
-DOKUMENTACIJA TEHNIČKOG REŠENJA-**

Novi Sad, 2015

PODACI O TEHNIČKOM REŠENJU:

Vrsta tehničkog rešenja:	M-85: Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument, nova genetska proba, mikroorganizmi
Autori tehničkog rešenja:	Dr Ivan Matin, Dr Miodrag Hadžistević, Dr Janko Hodolič, Dr Đorđe Vukelić Dr Dejan Lukić
Naziv tehničkog rešenja	Programski sistem za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike
Naručilac tehničkog rešenja:	Albatros d.o.o (preduzeće za projektovanje i proizvodnju stomatološke opreme), Petefi Šandora 128, 21000 Novi Sad., http://albatrosdental.rs
Korisnik tehničkog rešenja:	ALBATROS d.o.o. Novi Sad FTN, Novi Sad
Godina izrade tehničkog rešenja:	2015.
Verifikacija rezultata:	Od strane recenzenata: Prof. Dr Bogdana Nedića Prof. Dr Dragiše Vilotića
Ko je prihvatio tehničko rešenje:	Nastavno-naučno veće Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada
Projekat u okviru koga je realizovano tehničko rešenje:	“Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema”, TR-35020.

SADRŽAJ

1. OBLAST PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA	1
.....	
2. OPIS PROBLEMA KOJI SE REŠAVA TEHNIČKIM REŠENJEM	1
.....	
3. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU - PRIKAZ I ANALIZA POSTOJEĆIH REŠENJA	2
.....	
4. SUŠTINA TEHNIČKOG REŠENJA	4
.....	
5. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA	
5.1 MODEL PROGRAMSKOG SISTEMA	6
.....	
5.2 OPIS STRUKTURE PROGRAMSKOG SISTEMA	10
.....	
5.3 KORISNIČKI INTERFEJS PROGRAMSKOG SISTEMA	12
.....	
6. ANALIZA UPOTREBLJIVOSTI TEHNIČKOG REŠENJA	13
.....	
7. ZAKLJUČAK	16
.....	
8. LITERATURA	16
.....	

1. OBLAST PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA

Injekciono presovanje (brizganje) plastike predstavlja jedan od najvažnijih procesa proizvodnje plastičnih delova. Tehničko rešenje pripada oblasti projektovanja alata za injekciono presovanje plastike. Tehnologija injekcionog presovanja se primenjuje u sledećim privrednim granama:

- Mašinska industrija,
- Elektro industrija,
- Auto industrija,
- Hemijska i procesna industrija,
- Poljoprivreda i prehrambena industrija,
- Građevinska industrija i
- Medicina.

Proizvodi dobijeni injekcionim presovanjem su[29]:

- Tehnički proizvodi i
- Proizvodi široke potrošnje.

Tehnički proizvodi i proizvodi široke potrošnje moraju da zadovolje određene zahteve koji se pred njih postavljaju sa tim što proizvodi široke potrošnje imaju zahteve za lep izgled i površinski sjaj.

Tehničko rešenje u širem smislu se može posmatrati kao deo oblasti biomedicinskog inženjeringa.

2. OPIS PROBLEMA KOJI SE REŠAVA TEHNIČKIM REŠENJEM

Zbog svoje funkcionalnosti, fleksibilnosti u projektovanju proizvoda, upotrebom jeftinijih materijala sa poboljšanim mehaničkim, termičkim i reološkim osobinama, delovi od plastike se sve više primenjuju i vrlo uspešno zamenjuju metalne materijale.

Savremeni konvencionalan pristup u projektovanju alata i parametara injekcionog presovanja, zbog svoje inertnosti nije u mogućnosti da na vreme reaguje na zahteve tržišta. Ovaj konvencionalni pristup se znatno unapređuje primenom računara u CAE području [9, 11, 12].

S obzirom na činjenicu da u programskim sistemima opšte namene, odnosno komercijalnim programskim sistemima ne postoje jasno definisane relacije i kriterijumi za izbor alata, njegovo konstruisanje, reološki, termički, mehanički proračun njegovih sastavnih delova i parametara injekcionog presovanja, nameće se ideja o razvoju programskog sistema modularnog tipa za projektovanje alata i optimizaciju parametara injekcionog presovanja neophodnih za izbor delova alata.

Programski sistem za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike treba da obezbedi proračun alata, numeričku simulaciju injekcionog presovanja i izbor elemenata alata kroz integrisano CAD/CAE programsko rešenje, uz primenu komercijalnog sistema opšte namene.

Zadatak ovog softvera je:

- Smanjenje manuelnih nekreativnih aktivnosti u okviru projektovanja alata,
- Automatizovano modeliranje alata na osnovu proračunom definisanih parametara injekcionog presovanja i alata,
- Razvoj i primenu odgovarajućih baza podataka za plastične mase, materijale alata, delove i sklopove alate,
- Razvoj i primenu odgovarajućih baza znanja i
- Određivanje parametara injekcionog presovanja.

3. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU - PRIKAZ I ANALIZA POSTOJEĆIH REŠENJA

Automatizacija projektovanja alata za injekciono presovanje u najnovije vreme se rešava primenom sistema za automatizovano projektovanje alata - CAIMDS (Computer Aided Injection Mold Design System). Rezultati istraživanja u ovoj oblasti doveli su do sistematizovanog poznavanja mogućnosti koje pruža primena računara u projektovanju alata za injekciono presovanje [5, 29].

Mnogi autori su razvijali programske sisteme za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike.

Deng i dr. [1, 2, 3, 4] su proučavali stanje i tendencije razvoja CAD/CAE sistema za projektovanje alata i načine njihove integracije. Autori su razvili sistem sastavljen od integrisane baze podataka i baze znanja koje su dostupne u četiri modula. Autori predstavljaju najčešće korišćene metode integracije CAD/CAE sistema i prikazuje načini integracije baze tipskih oblika generisanih u Solid Works-u sa CAE modulom korišćenjem grafičkog korisničkog interfejsa (GUI). Za razvoj CAD modula koriste Solid Edge, a za CAE modul MPA. Sistem je zasnovan na CAD/CAE tipskim oblicima i korisničkim modelskim formama (UDF), objektno orijentisanom programiranju, Active X tehnologije i OLE vezama.

Chan W.M. i dr. [5, 6] su razvili CAD sistem zasnovan na znanju za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike. Autori su generisali bazu podataka i bazu znanja korišćenjem inženjerskih tehnika (RBR, CBR, i PDT). Autori su analizirali stanje, tendencije razvoja komercijalnih programskih sistema i tehničkih rešenja za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike i izvršili poređenje primene različitih inženjerskih tehnika u automatizaciji projektovanja i optimizaciji konstrukcije alata za injekciono presovanje plastike.

Chung i Lee [7] su razvili sistem za podršku projektovanju alata i simulaciji injekcionog presovanja na principima simultanog inženjerstva. Autori koriste programske jezike XML i CORBA za upravljanje internet okruženjem.

Fetecau i dr. [8, 9] su primenili numeričku simulaciju injekcionog presovanja baziranu na Helle Shaw modelu nenjutnovskih fluida. Formule za prenos toplote u programskom sistemu MoldFlow adekvatne su formulama koje se koriste u Pro/Plastic Advisor-u koji je korišćen za razvoj modula CAE/I ovog programskog sistema.

Godec i dr. [10, 11, 12, 13] su razvili CAE sistem za proračun parametara injekcionog presovanja i podloge za izbor alata. Sistem omogućava termičke, reološke i mehaničke proračune alata i parametara injekcionog presovanja korišćenjem MS Excel-a i MS Access-a. Verifikacija programskog rešenja izvršena je u programskom sistemu MoldFlow. Sistem nije

integrisan sa drugim programskim sistemima opšte namene (Pro/E, SolidWorks, CATIA, IDEAS, ANSYS i sl.), ali kao nezavisna aplikacija u velikoj meri predstavlja pomoć inženjerima za pravilan izbor delova alata i optimizaciju parametara presovanja.

Huang i G.Q. i dr. [17] su razvili bazu alata za injeksiono presovanje plastike koristeći Java i MY SQL softverske alate. Baza je parametarska, asocijativna, objektno orijentisana i integrisana sa Pro/E-om.

Huang, M.Sh. i dr. [18] su razvili modularni sistem za projektovanje alata za injeksiono presovanje plastičnog proizvoda. Autori vrše dekompoziciju plastičnog proizvoda sa stanovišta projektovanja (MID), upotrebe (MIU) i proizvodnje (MIP).

Jong i dr. [19] su razvili integrisan sistem za projektovanje alata sa CAD bazom podataka na web-u, koristeći Pro/E modul Pro/Web Link. Sistem na principu konkurentnog inženjerstva putem interneta omogućava konstrukciju alata korišćenjem integrisanih baza alata.

Lee i dr. [20, 21] razvijaju sisteme sa integralnim bazama alata za injeksiono presovanje plastike kao što su IMOLD, ESMOLD, IKMOULD, i IKBMOULD. Programski sistem IMOLD vodi korisnika kroz četiri faze: automatizovano modeliranje podeone ravni, automatizovano modeliranje alatne šupljine, modeliranje ulivnog sistema i izbor standardnih alatnih ploča. Sistem ne poseduje CAE numeričku simulaciju i proračune parametara injeksionog presovanja. U IKB-MOULD aplikaciji dodate su baze znanja i podataka potrebne za proizvodnju alata (CAM).

Lin i dr. [22, 23] su razvili sistem za projektovanje dokumentacije alata korišćenjem modelskih formi uzimajući minimalan potreban broj parametara. Sistem je baziran na Pro/E modulima Pro/Program i Pro/TOOLKIT a poseduje module za izbor tipskih oblika alata, proračun i sklop generator.

Lou i dr. [24] su razvili programski sistem sa integrisanom bazom elemenata kućišta alata i sklopova koristeći programski sistem Pro/E. Kao baza podataka elemenata alata koristi se Pro/LIBRARY i Pro/Moldbase Library. Ovaj CAD/CAM/CAE sistem poseduje modul za proračun broja alatnih ploča, proračun ulivnog sistema, proračun dimenzija alata i izbor ubrizgavalice. Sistem je parametarski, objektno orijentisan, modularan i otvoren za nadogradnju. Ovo programsko rešenje nije integrisano sa Pro/E modulom za numeričku simulaciju, već se smatra da korisnik poznaje parametre presovanja.

Low i dr. [25] su razvili sistem za standardizaciju alata i izbor alata za injeksiono presovanje plastike. Sistem omogućava brzu i laku manipulaciju sa bazama standardnih alatnih ploča.

Ma, i dr. [26] razvijaju CAD sistem sa bazom 3D modela komponenata alata u neutralnim formatima dostupnu na internetu pod nazivom QuickMold. Sistem je objektno orijentisan, zasnovan na tipskim oblicima. U najvećoj meri se koristi baza standardnih alata iz proizvodnog programa kompanije „MISUMI”.

Matin i dr. [14, 15, 16, 27, 28, 29] su razvili programski sistem za projektovanje alata za injeksiono presovanja koristeći LP, RBR, PDT, IR, SA inženjerske tehnike. Ovaj parametarski integrisani CAD/CAE sistem se zasniva na modelskim formama, objektno orijentisanom programiranju. Sistem podržava D-M-E standard.

Mok i dr. [30] su razvili web bazu alata za injeksiono presovanje plastike za alatne ploče. Autori su primenili MS Access i JESS 4.4 za razvoj programskog sistema. Za upravljanje CAD bazom koristi se SolidWorks-ov API.

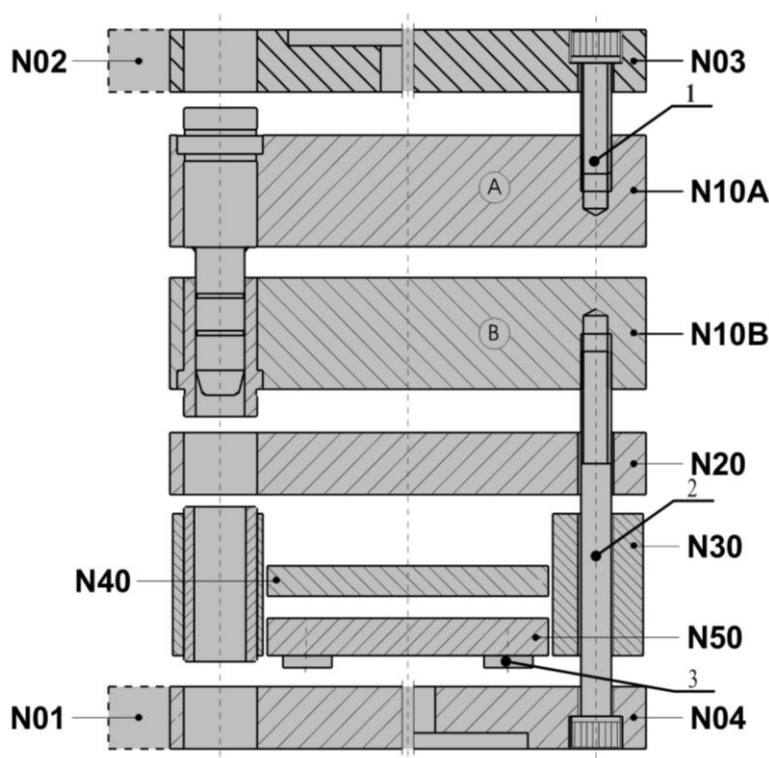
Nedić, B. i dr. [31, 32] su definisali model ekspertnog sistema za izradu proizvoda od plastičnih masa u cilju predviđanja konačnog kvaliteta proizvoda u svim fazama njegove izrade. Razvijeni model služi kao baza podataka za razvoj ekspertnog sistema. Koristeći informacije sadržane u tabelarnom prikazu s ciljem uspostavljanja relacija između ulaznih podataka (materijal, tehnološki parametri prerade, ubrizgavalice i karakteristike proizvoda) sa tehnologijom injektionog presovanja (ciklus-ubrizgavalica-podsistem za temperiranje-alat) i izlaznim podacima (otpresak, tolerancije-osobine otpreska, greške).

Pored predhodno navedenih sistema, ranije razvijani programski sistemi su: IMPARD za modeliranje otpreska, IMES GERES, FIT, CIMP, HyperQ/Plastic, PLAssex za izbor plastičnih materijala., ICAD [1, 4, 30] je modularni ekspertni sistem razvijen na univerzitetu Dreksel (SAD, a KBS MD na univerzitetu MIT u Masačusetsu (SAD), CADFEED za projektovanje alata za injeksiono presovanje najjednostavniji otpresaka [5, 6, 30].

4. SUŠTINA TEHNIČKOG REŠENJA

Kućište alata za injeksiono presovanje plastike se sastoji od određenog broja tipskih elemenata alatnih ploča, koje sadrži kućište alata. Osnovna uloga kućišta alata je oblikovanje alatne šupljine, nošenje ostalih elemenata alata, pričvršćivanje alata na mašinu za ubrizgavanje, kao i prihvatanje i prenos sile. Dimenzije i konstrukciona izvedba kućišta alata direktno zavisi od oblika, dimenzija i broja otpresaka, koji će se presovati u jednom alatu, kao i zahtevanog stepena njegove automatizacije.

Prema obliku alatnih ploča, kućišta alata mogu biti pravougaona i kružna. U praksi se u većem broju slučajeva primenjuju pravougaona kućišta. Na slici 1 je prikazano pravougaono kućište sa pripadajućim standardnim elementima i njihovim oznakama prema D-M-E standardu.



Napomena:

elementi na pozicijama 1, 2, 3 ne pripadaju elementima kućišta alata.

Slika 1. Kućište alata za injeksiono presovanje plastike sa elementima za vezu [29, 33, 34, 35]

Prema slici 1, standardni nazivi i oznake elemenata kućišta alata su:

- Pokretna stezna ploča (osnovna pokretna ploča) N01, N04;
- Nepokretna stezna ploča (osnovna nepokretna ploča) N02, N03;
- Nepokretna kokila N10A;
- Pokretna kokila N10B;
- Međuploča N20;
- Distantna letva (odstojnik) N30;
- Izbacivačka ploča N40 i
- Nosač izbacivačke ploče N50.

Nepokretna i pokretna stezna ploča služe za postavljanje alata na ubrizgavalicu, držanje alata, itd. Prilikom postavljanja nepokretna stezna ploča se steže za nepokretni deo, a pokretna stezna ploča za pokretni deo ubrizgavalice.

Nepokretna i pokretna kokila, kao najvažniji elementi alata, služe za oblikovanje proizvoda, jer se u ovim elementima prethodno izrađuje odgovarajuća alatna šupljina. S obzirom da predstavljaju centralni deo alata, posvećuje im se velika pažnja pri izboru materijala, projektovanju, izradi i montaži, jer od njihovog kvaliteta u najvećoj meri zavisi i kvalitet dobijenih otpresaka.

Međuploča služi za uklještenje i držanje kokila, a po potrebi i umetaka. U slučaju da se koristi međuploča, kokile mogu biti manje debljine. U tom slučaju pokretna kokila može da sadrži samo alatnu šupljinu.

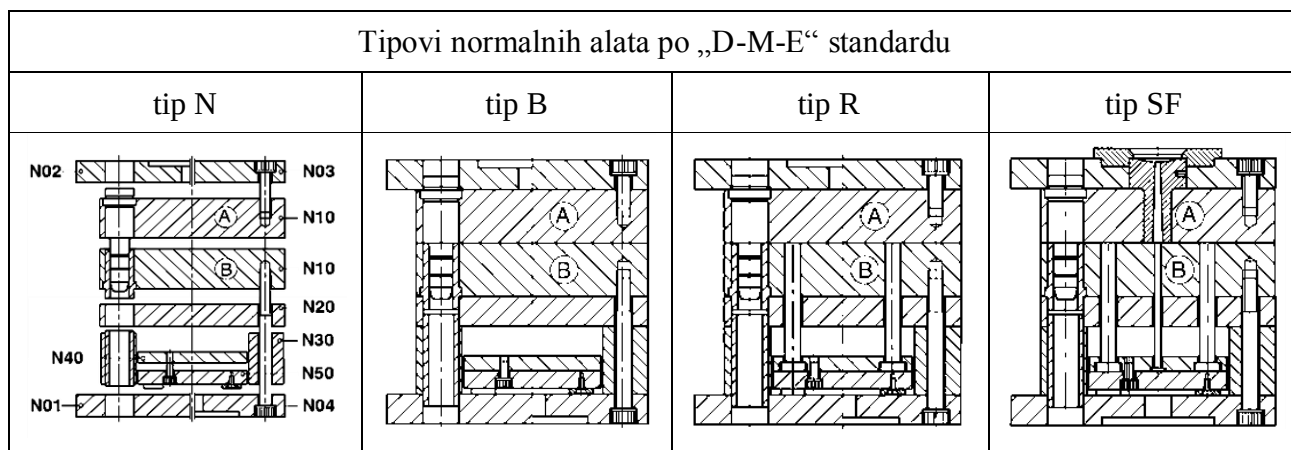
Distantne letve služe za obezbeđivanje hoda izbacivačke ploče i nosača izbacivačke ploče prilikom izbacivanja očvrslih otpresaka iz alata.

Izbacivačka ploča služi za vođenje i pozicioniranje izbacivača i povratnika. Hod izbacivačke ploče je ograničen visinom distantne letve i graničnika koji su smešteni na pokretnoj steznoj ploči.

Nosač izbacivačke ploče služi za pozicioniranje izbacivačke ploče, izbacivača i povratnika.

Na slici 2 se prikazuju tipovi normalnih alata po D-M-E standardu. Standardni alati se mogu podeliti na sledeće tipove:

- tip N - sastoji od alatnih ploča, koje nisu sastavljene u podsklop kućišta alata;
- tip B - sastoji od alatnih ploča tip N, koje su sastavljene u podsklop kućišta alata;
- tip R - sastavljen podsklop tip B sa četiri povratnika;
- tip SF - sastavljen podsklop tip R sa vodičama, ulivnim čaurama, povratnicima i izbacivačima ulivnog podsistema;



Slika 2. Standardni tipovi normalnih alata

Suština tehničkog rešenja je softver koji će da omogući rešavanje određenih zadataka, koji se odnose na:

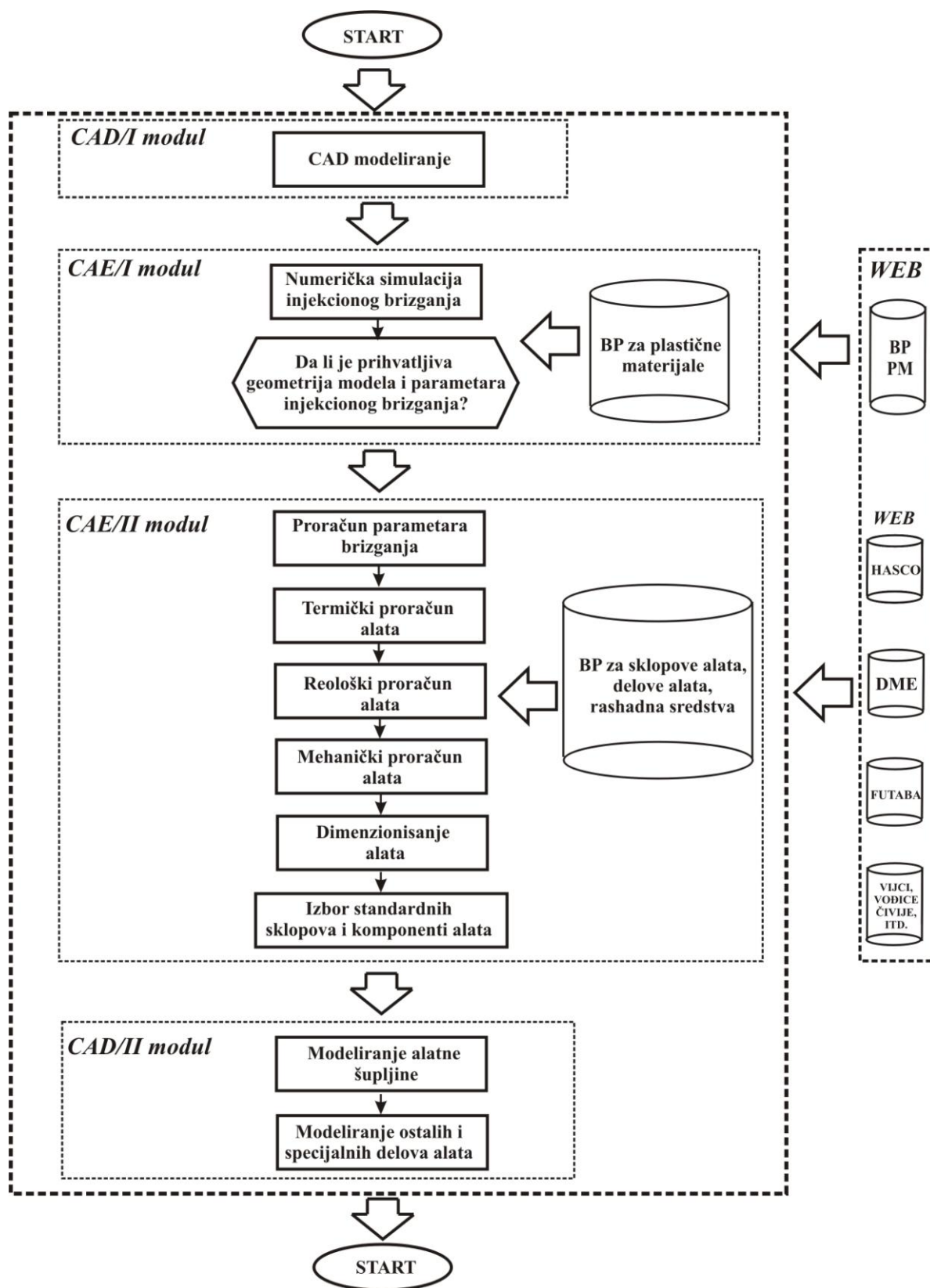
- Modeliranje proizvoda.
- Projektovanje alata i izbor tipskih elemenata alata,
- Određivanje parametara presovanja,
- Izbor materijala alata,
- Modeliranje elemenata alata i,
- Modeliranje sklopova alata.

5. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

5.1. MODEL PROGRAMSKOG SISTEMA

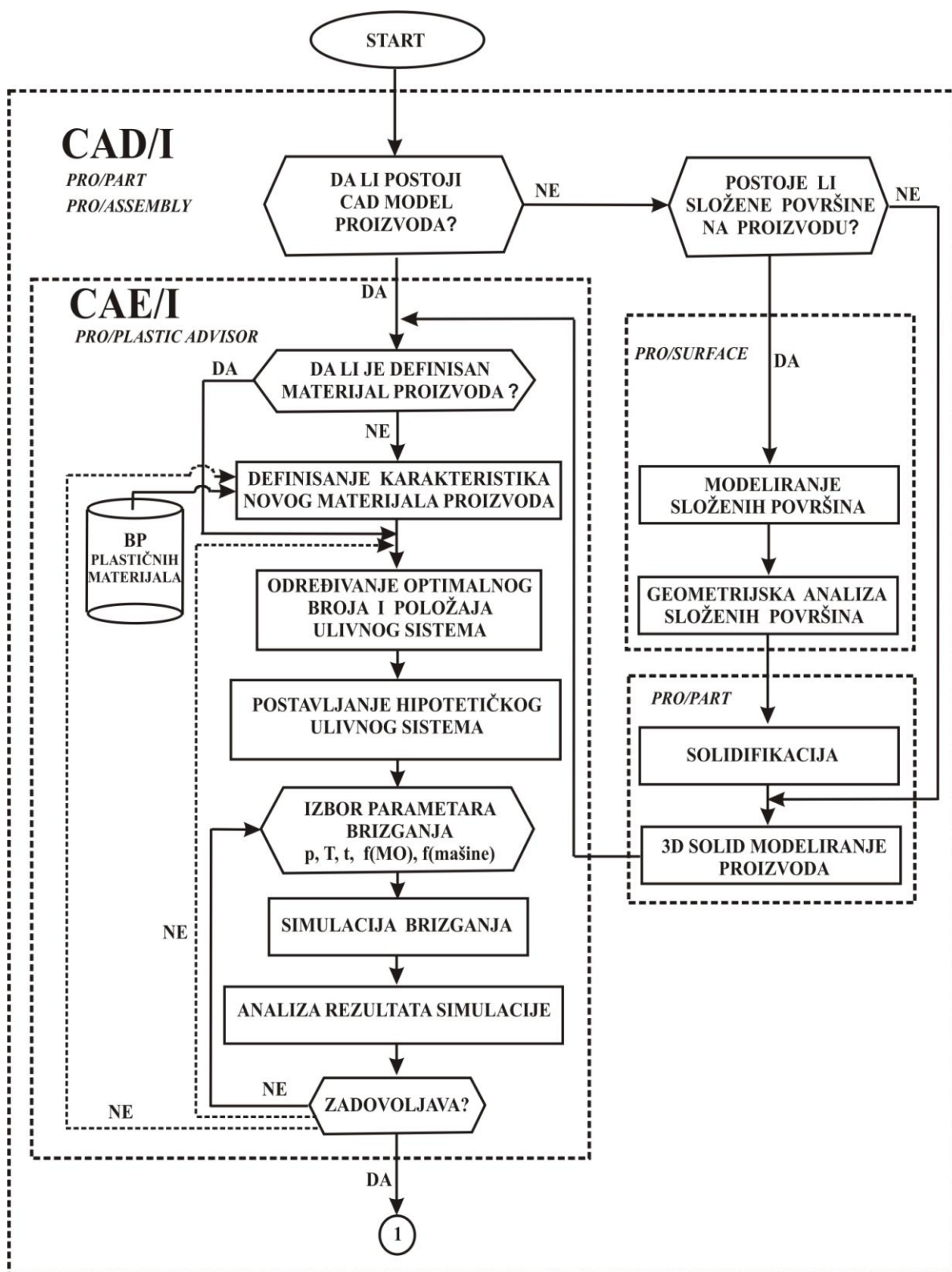
Na slici 3 je prikazan model programskog sistema za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike. Programski sistem se sastoji od sledećih modula:

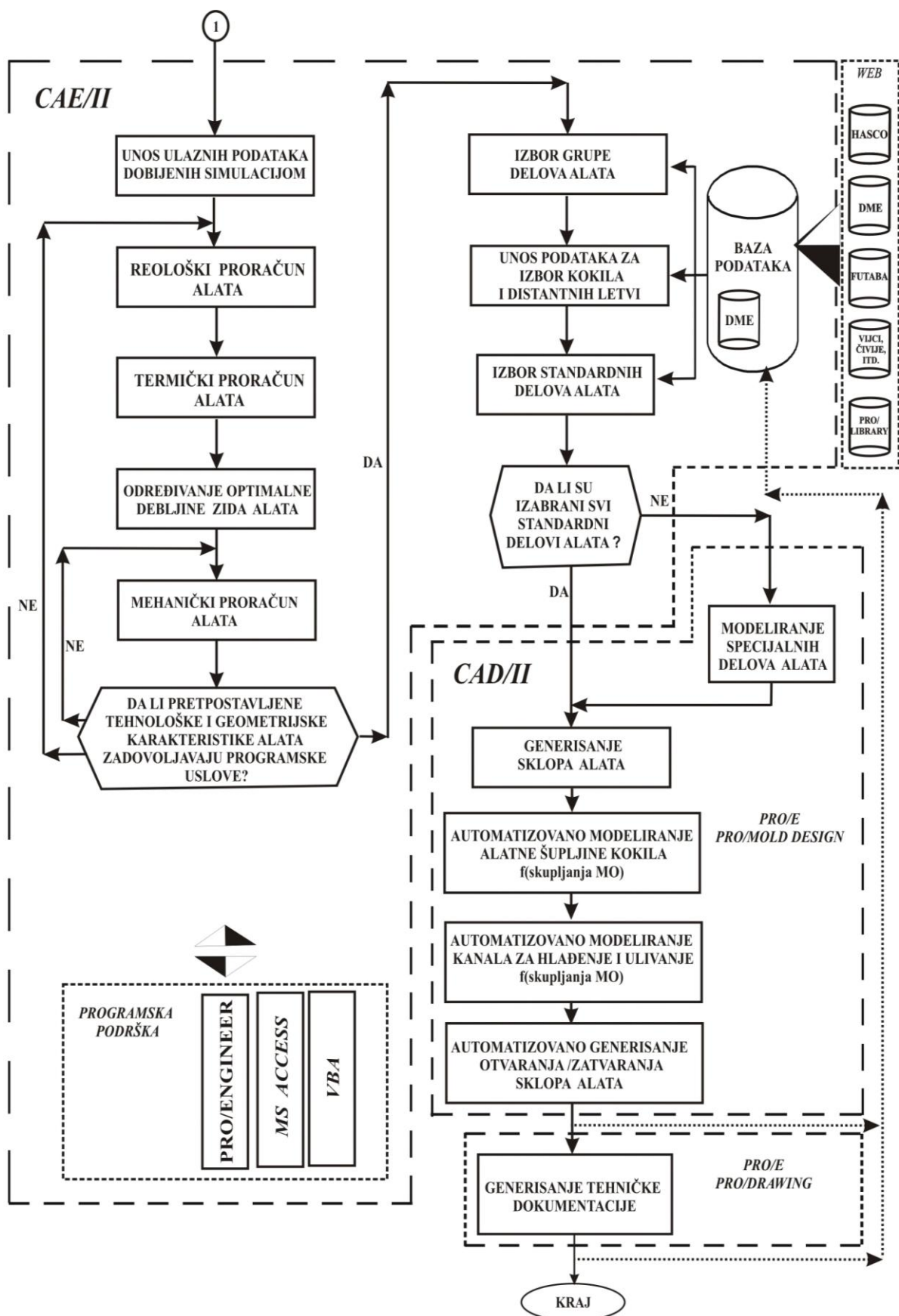
- Modul za modeliranje proizvoda i alata (CAD/I modul),
- Modul za simulaciju injekcionog presovanja (CAE/I modul),
- Modul za proračun i izbor elemenata kućišta alata (CAE/II modul) i
- Modul za završno modeliranje alata (CAD/II modul).



Slika 3. Model sistema za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike

Slika 4 prikazuje tok informacija u programskom sistemu.





Slika 4. Algoritamska struktura programskog sistema

5.2. OPIS STRUKTURE PROGRAMSKOG SISTEMA

Ulaz u sistem čine model proizvoda od plastike i određeni proizvodni uslovi. Pod proizvodnim uslovima se podrazumevaju određeni parametri kao što su obim proizvodnje proizvoda od plastike, usvojeni godišnji obim proizvodnje alata, raspoloživa tehnološka oprema, kao i drugi zadati uslovi proizvodnje.

U prvom koraku, u okviru numeričke simulacije vrši se određivanje optimalnih parametara injekcionog presovanja (modul CAE/I), a neke od njih se potvrđuju proračunom u modulu CAE/II, a potom se vrši proračun parametara alata (modul CAE/II) i modeliranje alatne šupljine u modulu CAD/II.

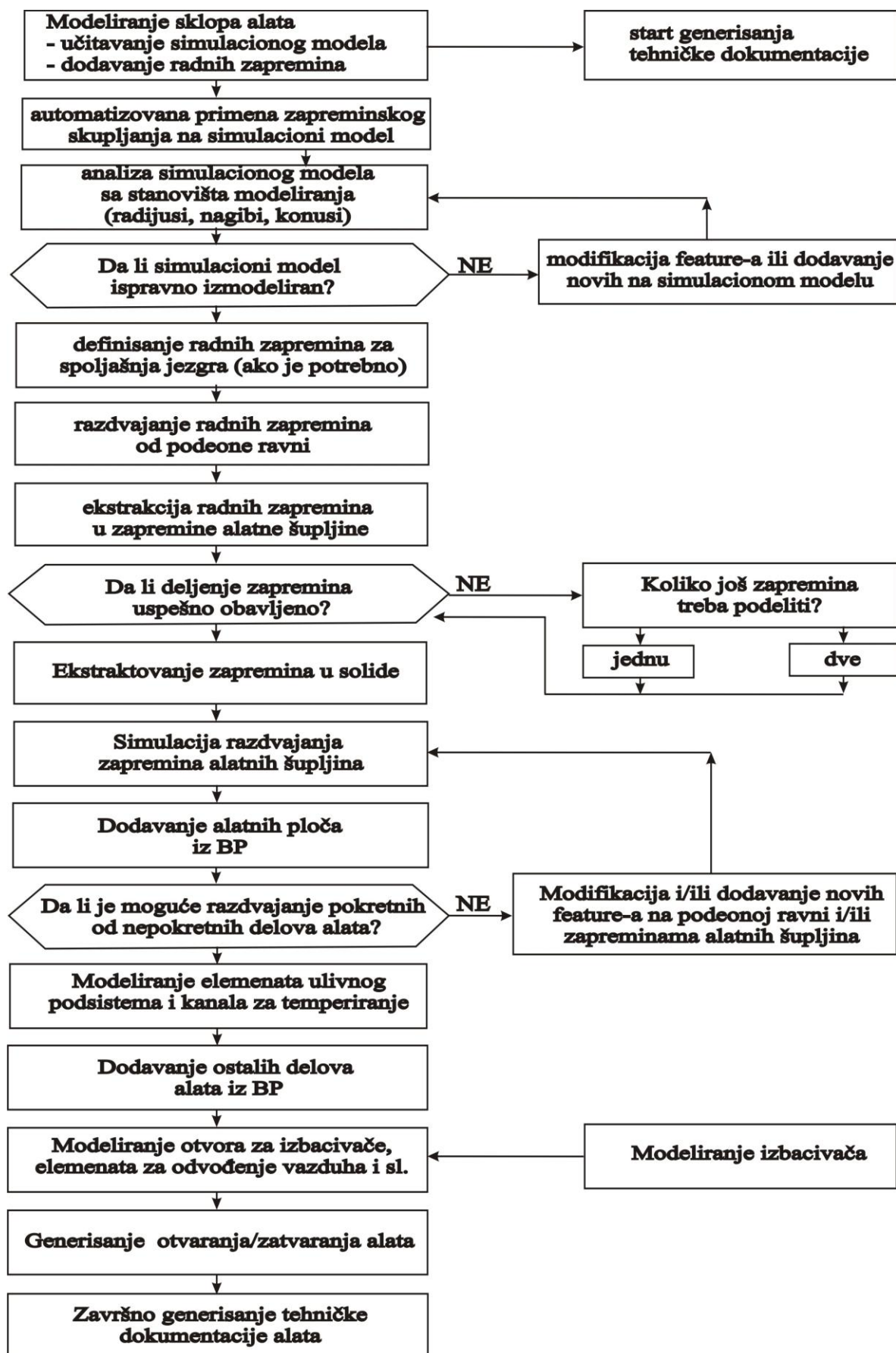
Na osnovu ulaznih geometrijskih i tehnoloških podataka o proizvodu od plastike, odnosno osnovnih gabaritnih dimenzija, kao i određenih uslova proizvodnje proizvoda i alata, kao što su potrebna sila zatvaranja alata, odgovarajući oblik alata (pravougaoni ili kružni), i dr. u drugom koraku CAE/II modula se vrši izbor preporučenih tipskih delova alata, sa odgovarajućim pripadajućim oznakama. Tako na primer, kod izbora kokila potrebno je definisati i dodatne podatke, kao što je prečnik kanala za temperiranje, dubina (visina) kalupne šupljine kokile, itd. Izabrani tipski delovi alata i njihovi modeli mogu da posluže kao ulaz u proces završnog modeliranja alata, tako što bi se na bazi modela tipskih delova alata modelirali ostali elementi, a zatim izvršilo projektovanje sklopa alata. U interakciji sa bazama podataka (3D elektronskim katalozima) sklopova i delova alata moguće je preuzimanje gotovih konstrukcionih rešenja i/ili modeliranje novih (modul CAD/II).

Kao prvi izlaz iz CAD/II modula dobija se spisak ili pregled preporučenih tipskih delova alata sa adekvatnom oznakom. U slučaju da preporučeni delovi alata ne odgovaraju potrebama, postoji mogućnost samostalnog izbora pojedinih delova alata iz baze podataka.

Kao drugi izlaz iz CAD/II modula mogu se dobiti 3D modeli i 2D crteži alata, odnosno odgovarajućih delova.

Baza znanja koja se koristi u okviru ovog sistema sastoji se od produkcionih pravila i činjenica za izbor alata kao i za definisanje, odnosno preciziranje njegovih geometrijskih i tehnoloških karakteristika.

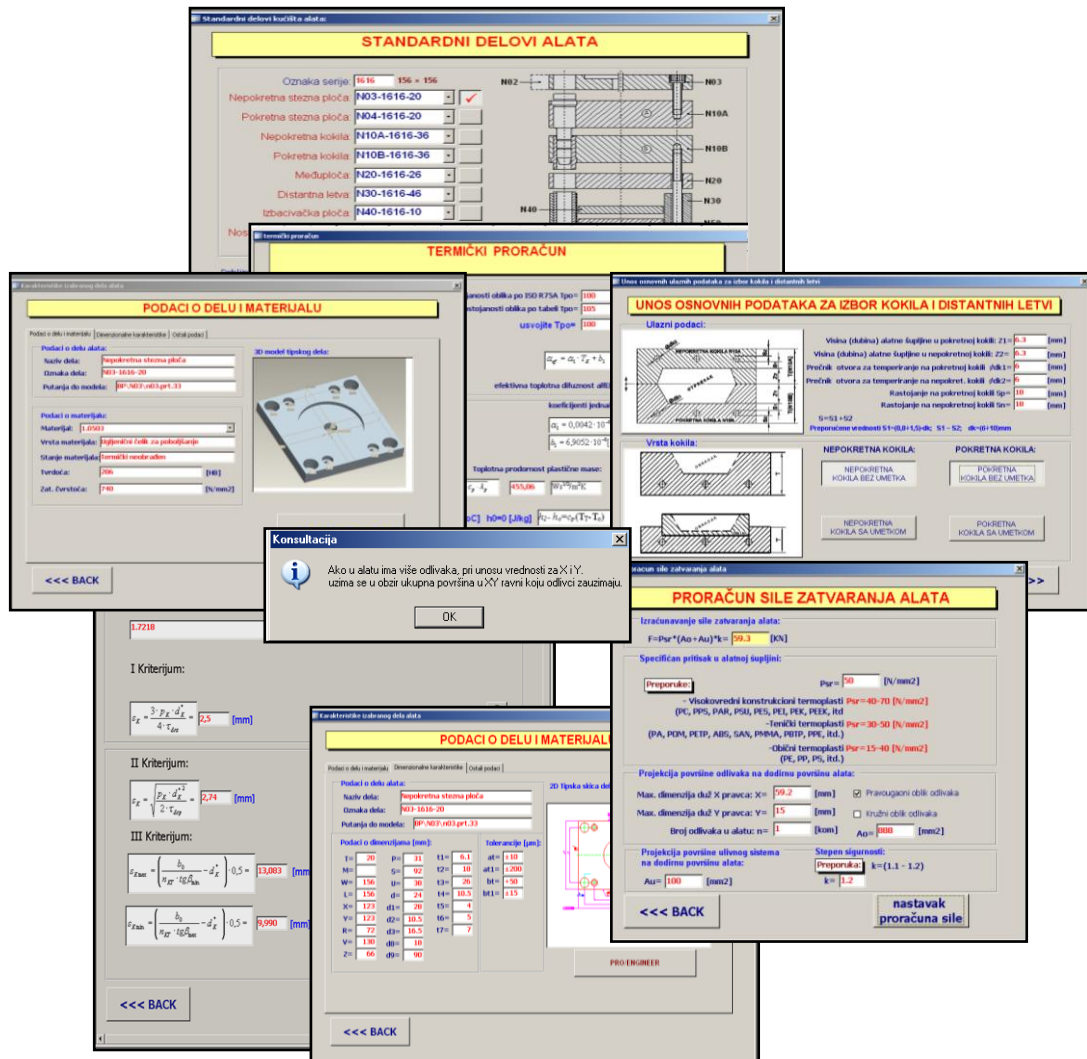
Tok informacija u modulu za završno modeliranje alata (modul CAD/II) je prikazan na slici 5.



Slika 5. Tok informacija u modulu za završno modeliranje alata [27, 29]

5.3. KORISNIČKI INTERFEJS PROGRAMSKOG SISTEMA

Dijalog prozorima (slika 6) je prikazan korisnički interfejs segmenta modula CAE/II, programskog sistema.



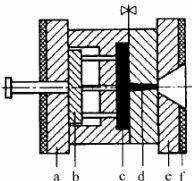
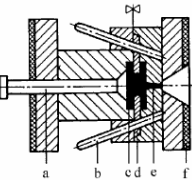
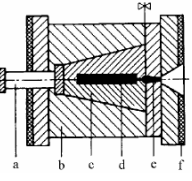
Slika 6. Korisnički interfejs segmenta modula CAE/II

6. ANALIZA UPOTREBLJIVOSTI TEHNIČKOG REŠENJA

Osnovni kriterijumi za grupisanje alata za injekciono presovanje plastike u određene grupe su:

- Vrsta plastičnog materijala,
- Vrsta kućišta alata (pravougaono ili kružno),
- Vrsta ulivnog podsistema,
- Vrsta podsistema za izbacivanje otpreska iz alata,
- Broj alatnih šupljina,
- Broj podeonih ravni,
- Veličina alata, itd.

Uzimajući u obzir vrstu ulivnog podsistema i vrstu podsistema za izbacivanje otpreska, u tabeli 1 je prikazana sistematizacija alata za injekciono presovanje plastike.

NAZIV GRUPE ALATA	ŠEMATSKI PRIKAZ	OPIS	KARAKTERISTIKE OTPRESAKA
NORMALNI (UOBIČAJEN) ALAT		Alat ima najjednostavniju konstrukciju sa dve polovine, odnosno jednom podeonom ravni. Pravac otvaranja alata je jednosmeran, dok se izbacivanje otpresaka vrši gravitacijski ili pomoću izbacivača.	Otpresci svih oblika bez useka.
ALAT SA BOČNIM OTVARANJEM		Konstrukcija ove grupe alata je dosta slična normalnim alatima uz upotrebu klizača (jezgra) koji se izvlače pomoću posebnih mehanizama (kosih vođica, hidraličnih cilindara, itd.).	Pljosnati otpresci sa usecima spolja i iznutra, i/ili sa spoljašnjim navojem.
ŠKOLJKASTI ALAT		Konstrukcija slična normalnom alatu uz postojanje školjke radi mogućnosti izbacivanja otpresaka sa spoljašnjim usecima i/ili navojima.	Dugi i široki otpresci sa spoljašnjim usecima i/ili navojima.

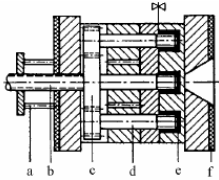
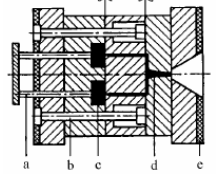
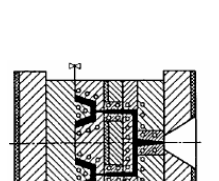
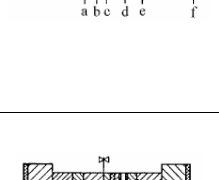
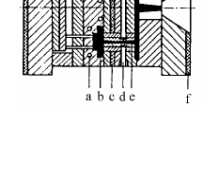
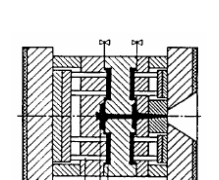
ALAT SA ODVRTANJEM		Konstruktivno rešenje kod koga se odvrtnje navojnog jezgra ili vretena vrši pomoću mehaničkih prenosnika.	Otpresci sa unutrašnjim i/ili spoljašnjim navojima.
ALAT SA OTKIDANJEM ULIVNOG PODSISTEMA		Grupa alata sa dve podeone ravni. Kretanje međuploče pomoću povlačne kotve, pri čemu se otvaranje alata odvija u dve faze.	Otpresci sa automatskim odvajanjem ulivnog podsistema.
ALATA SA TOPLIM ULIVNIM PODSISTEOMOM		Grupa alata sa dve podeone ravni. Veći presek ulivnog podsistema koji se temperira zbog sprečavanja očvršćavanja. Potrebna je izolacija između vrućeg i hladnog dela alata.	Otpresci svih oblika, povećanog obima sa većim obimom ulivnog podsistema.
ALAT SA TOPLIM RAZVODNIM KANALIMA		Grupa alata sa dve podeone ravni. Razvodni kanali se temperiraju vodom zbog sprečavanja naglog očvršćavanja. Vrš se izolacija između vrućeg i hladnog dela alata.	Otpresci svih oblika, povećanog obima sa većim obimom ulivnog podsistema.
ETAŽNI ALAT		Alat sa dve ili više podeonih ravni. Otvaranje alata se odvija u dve ili više faza u istom smeru. Izbacivanje otpresaka se izvodi pomoću standardnih ili pločastih izbacivača.	Jednostavni pločasti otpresci relativno malog obima.
SPECIJALNI ALAT		Kombinacija konstrukcije prethodnih grupa i/ili posebne konstrukcije za otpreske sa posebnim zahtevima kod kojih nije moguće primeniti niti jedno od navedenih rešenja.	Otpresci posebne konstrukcije i posebnih zahteva.

Tabela 1 Sistematizacija alata za injekciono presovanje plastike [10]

Alat kao složeni funkcionalni sklop mora obezbediti ekonomičnu i stabilnu proizvodnju proizvoda određenog kvaliteta.

Tabela 2 prikazuje mogućnost primene programskog sistema s obzirom na tabelom 1 definisane grupe alata.

NAZIV GRUPE ALATA	PROCENA PRIMENE MODULA MODULARNOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE			
	MODUL ZA MODELIRANJE PROIZVODA I ALATA (MODUL 1)	MODUL ZA NUMERIČKU SIMULACIJU INJEKCIONOG PRESOVANJA (MODUL 2)	MODUL ZA PRORAČUN I IZBOR ALATA (MODUL 3)	MODUL ZA ZAVRŠNO MODELIRANJE ALATA (MODUL 4)
NORMALNI ALAT	1	1	1	1
ALAT SA BOČNIM OTVARANJEM	1	1	2	1
ŠKOLJKASTI ALAT	1	1	2	1
ALAT SA ODVRTANJEM	1	1	2	1
ALAT SA OTKIDANJEM ULIVNOG PODSISTEMA	1	1	2	1
ALAT SA TOPLIM ULIVNIM PODSISTEMOM	1	2	2	1
ALAT SA TOPLIM RAZVODNIM KANALIMA	1	2	2	1
ETAŽNI ALAT	1	1	2	1
SPECIJALNI ALAT	1	2	2, 3	1

1-Primenljivo

2-Delimično primenljivo;

3-Ne primenljivo.

Tabela 2. Procena mogućnosti primene programskog sistema

Tehničko rešenje je namenjeno prvenstveno za projektovanje normalnih (uobičajnih) alata, čije su osnovne karakteristike da se sastoje od dve polovine alata, odnosno da imaju jednu podeonu ravan, i da se otvaraju u jednom smeru upravnom na podeonu ravan. Normalni alati spadaju u grupu najjednostavnijih i najzastupljenijih alata a služe za izradu svih oblika otpresaka koji nemaju bočne useke. Ova grupa alata je najviše pokrivena grupa alata od strane svetskih proizvođača standardnih alata. Najpoznatiji svetski proizvođači standardnih alata su: HASCO, D-M-E, Meusburger, Misumi, Strack i Futaba.

7. ZAKLJUČAK

U cilju racionalizacije i unapređenja projektovanja alata za injekciono presovanje plastike, postavljen je i razvijen model programskog sistema za projektovanje alata. Ovo rešenje predstavlja integrisani CAD/CAE sistem.

U realizaciji tehničkog rešenja, odnosno programskog sistema su primenjeni programski sistemi opšte namene koji zadovoljavaju sve potrebne uslove za razvoj simulacionog modela i to: Pro/ENGINEER u svojstvu CAD/CAE, MS Access kao sistema za razvoj i upravljanje relacionim bazama podataka i Visual Basic kao programski jezik za razvoj aplikacije i podrške MS Access-u. Tehničko rešenje omogućava:

- CAD modeliranje plastičnog proizvoda, odnosno simulacionog modela,
- automatizaciju modeliranja delova alata,
- proveru podobnosti proizvoda sa stanovišta injekcionog presovanja,
- potrebne proračune alata i
- automatizovan izbor standardnih elemenata kućišta alata.

Programski sistem obezbeđuje skraćenje vremena projektovanja alata, podiže aktivnosti u projektovanju alata na kvalitativno viši stepen. Deskriptivni pristup projektovanju i proračunu alata takođe omogućava mladim i manje iskusnim konstruktorima vrlo rano osamostaljivanje u projektovanju alata, proveru podobnosti proizvoda sa stanovišta injekcionog presovanja, a iskusnim konstruktorima može poslužiti za proveru i proširenje stečenih znanja.

Programski sistem za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike predstavlja originalno i autentično rešenje. Ovaj sistem ispunjava sve zahteve koje mora da ispuni savremen CAIMDS“, kao što su OSA, OSI, D-M-E i EUROMAP standardi.

8. LITERATURA

- [1]. Deng, Y.M., Britton, G.A., Lam, YC., Ma, YS.: Feature-based CAD/CAE integration model for injection-moulded product design, International Journal of Production Research, Vol.40, No.15, pp.3737-3750, 2002.
- [2]. Deng, Y.M., Britton, G.A, Tor, S.B. Constraint-based functional design verification for conceptual design, Computer Aided Design, Vol.32, No.14, pp.889-99, 2000.
- [3]. Deng, Y.M., Edwards, K.L.: The role of materials identification and selection in engineering design, Materials and Design, Vol.28, No.1, pp.131-139, 2007.
- [4]. Deng, Y.M., Lam, C.: A CAD-CAE Integrated Injection Molding Design System, Journal of Engineering and Computers, Vol.18, pp.80-92, 2002.
- [5]. Chan, W.M., Pinfold, M., Kwong, C.K., Szeto, W.H.: A review of research, commercial software packages and patents on family mould layout design automation and optimization, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.57, No.1-4, pp.23-47, 2011.
- [6]. Chan, W.M., Yan, L., Xiang, W., Cheok, BT.: A 3D CAD knowledge-based assisted injection mould design system. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.22, No.5-6, pp.387-395, 2003.

- [7]. Chung, J., Lee, K.: A framework a collaborative Design enviroment for injection moulding, *Computers in Industry*, Vol.47, pp.319-337, 2002.
- [8]. Fetecau, C., Cosma L., Stan, F.: Study of the Cooling Time for Injection of Plastic Materials., *Materiale Plastice*, Vol.2, pp.163-166, 2007.
- [9]. Fetecau, C., Stan, F.: Computational prediction of defects during injection molding in complex part, *Materiale Plastice*, Vol.3, pp.180-184, 2007.
- [10]. Godec, D.: Doprinios sustavnosnom razvoju kalupa za injekciono prešanje plastomera, *Fakultet strojarstva i brodogradnje*, pp.146, Zagreb, Hrvatska, 2000.
- [11]. Godec, D.: Uticaj hibridnog kalupa na svojstva injekcijski prešanog plastomernog otpreska, *Doktorska disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje*, Zagreb, 2005.
- [12]. Godec, D., Čatić, I., Šercer, M.: Konceptijsko projektovanje kalupa za injekcijsko prešanje plastomera, *Polimeri*, Vol.24, No.2-4, pp.95-102, 2003. ISSN 0351-1781.
- [13]. Godec, D., Šercer, M., Osrečki, G.: Konstruiranje kalupa za injekcijsko prešanje otpresaka s unutrašnjim navojem, *Tehnički vjesnik*, Vol.15, No.1, pp.53-62, 2009.
- [14]. Hadzistevic, M., Matin, I., Hodolic, J., Vukelic, DJ., Vukmirovic, S., Godec, D., Nedic, B.: Rule base reasoning in the knowledge-based mould design system, *Tehnički vjesnik* Vol.21, No.5, pp.1143-1148, 2014.
- [15]. Hodolic, J., Matin, I., Stevic, M., Kovacevic, I., Kuric, I.: Mold Design and Simulation of Plastic Injection Molding Process in the CAD/CAE Software, XII International conference on mechanical engineering, Bratislava, Slovakia, 2008.
- [16]. Hodolic, J., Matin, I., Stevic, M., Vukelic, DJ.: Development of Integrated CAD/CAE System for Mold Design for Plastic Injection Molding, *Materiale Plastice*, Vol.46, No.3, pp.236-242, 2009.
- [17]. Huang, G.Q., Lee, S.W., Mak, K.L.: Collaborative product definition on the Internet: a case study, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.139, pp.51–57, 2003.
- [18]. Huang, J.M., Jou, Y.T., Zhang, L.C., Wang, SH., Huang, C.H.: A web-based model for developing a mold base system, *International Journal of Expert System with Application*, Vol.36, pp. 8356-8367, 2009.
- [19]. Jong, W.R., Wu, Ch., Liu, H.H, Li, M.Y.: A collaborative navigation system for concurrent mould design, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.40, No.3-4, pp.215-225, 2009.
- [20]. Lee, K.S., Li, Z., Fuh, J.Y.H., Zhang, Y.F., Nee, AYC.: Knowledge based injection mold design system., *Proceedings of the CIRP, International Conference and Exhibition on Design and Production of Dies and Molds*, pp.45–50. Istanbul, Turkey, 1997.
- [21]. Lee, K.S., Li, Z., Fuh, J.Y.H., Zhang, YF., Nee, AYC.: Automatic initial design of injection mould., *International Journal of Materials and Production Technology*, Vol.6, pp.503-517, 2000.
- [22]. Lin, B.T., Chang, M., Huang, H., Liu, Ch.Y.: Computer-aided structural design of drawing dies for stamping processes based on functional features, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 42, pp.1140-1152, 2008.
- [23]. Lin, B.T., Chan, CH.K., Wang, J.C.H: A knowledge-based parametric design system for drawing dies, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.36, pp.671-680, 2007.
- [24]. Lou, Z., Jiang, H., Ruan, X.: Development of An Integrated knowledge-based system for mold-base Design, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.150, pp.194-199, 2004.
- [25]. Low, M.L.H., Lee, K.S.: Application of standardization for initial design of plastic injection moulds, *International Journal of Production Research*, Vol.41, pp.2301–2324, 2003.
- [26]. Ma, Y.S., Tor, S.B., Britton, G.A.: The development of standard component library for Plastic Injection Mould Design using an object-oriented approach, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.22, pp.611-618, 2003.

- [27]. Matin, I., Hadzistevec, M., Hodolic, J., Vukelic, DJ., Lukic, D.: A CAD/CAE-integrated injection mold design system for plastic products, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2012.
- [28]. Matin, I., Hadzistevec, M., Hodolic, J., Vukelic, DJ., Tadic, B.: Development CAD/CAE software for mold design, Journal of Production Engineering, Vol.13, No.1, pp.61-64, 2010.
- [29]. Matin, I.: Razvoj programskog sistema za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike, magistarska teza, FTN, Novi Sad, 2010.
- [30]. Mok, C.K, Chin, K.S, Lan, H.: An internet-based intelligent design system for injection moulds, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, Vol.24, pp.1-15, 2008.
- [31]. Nedić, B., Vesnić, N., Vasiljević, D.: Boja, kolorimetrija i plastične mase. str.246, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, 2008., ISBN 978-86-86663-23-8.
- [32]. Nedić, B.: Tehnologije prerade plastičnih masa, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, 2008.
- [33]. -----: Mold Components Catalog, D-M-E 1_02a_4kt.pdf, www.d-m-e.net, 2008.
- [34]. -----: Mold Components Catalog, D-M-E 1_05a_4t.pdf, www.d-m-e.net, 2009.
- [35]. -----: Mold Components Catalog, D-M-E 1_05a_4tr.pdf, www.d-m-e.net, 2009.
- [36]. -----: Mold Component Catalogue., <http://www.dmeeu.com>, 2011.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централна: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftnDean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-05-20

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 39. редовној седници одржаној дана 25.03.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 11. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

11.3.2 Назив техничког решења:

ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ АЛАТА ЗА ИНЈЕКЦИОНО ПРЕСОВАЊЕ ПЛАСТИКЕ

Аутори техничког решења: Иван Матин, Миодраг Хаџистевић, Јанко Ходолич,
Ђорђе Вукелић, Дејан Лукић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Радослав Ђорђевић

Odlukom Nastavno naučnog veća Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, od 19.02.2015. godine, imenovan sam za recenzenta predloženog tehničkog rešenja pod nazivom "PROGRAMSKI SISTEM ZA PROJEKTOVANJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE", realizovanog u okviru projekta „ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ METODA MODELIRANJA I POSTUPAKA IZRADE DENTALNIH NADOKNADA

projektovanje je omogućila sistematizaciju podataka i stvorila osnovu za razvoj programskog sistema realizovanog u okviru ovog tehničkog rešenja.

U poglavlju *Suština tehničkog rešenja* opisana je na jasan i precizan način svrha rešenja i navedeni su zadaci koji se rešavaju upotrebom predloženog tehničkog rešenja. Dat je opis tipova alata i elemenata alata na koje se projektovanje u okviru tehničkog rešenja odnosi.

U poglavlju *Detaljan opis tehničkog rešenja* je prikazan model programskog sistema sa svojim modulima, algoritamska struktura i tok informacija u programskom sistemu. Struktura ovog modularnog sistema je detaljno opisana kroz parcijalni opis i način funkcionisanja svih modula. U ovom poglavlju je prikazano nekoliko dijaloga prozora, čime se i vizuelno postiže uvid o načinu interaktivne komunikacije između korisnika i računara, odnosno dat je izgled grafičkog korisničkog interfejsa.

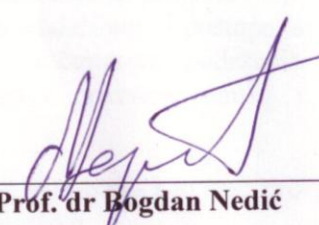
U poglavlju *Analiza upotrebljivosti tehničkog rešenja* je prikazana primena rešenja na devet definisanih grupa alata. Ističe se da je rešenje namenjeno prvenstveno za projektovanje najvećeg broja alata, koji pripadaju grupi jednostavnijih a najzastupljenijih alata a služe za izradu svih oblika otpresaka koji nemaju bočne useke. Takođe programsko rešenje u velikoj meri može pomoći u projektovanju alata iz preostalih navedenih grupa.

U zaključku se na osnovu predstavljenih činjenica sumiraju mogućnosti razvijenog programskog rešenja. Pored toga se ukazuje na originalnost i doprinos rešenja u pomenutoj oblasti projektovanja.

MIŠLJENJE

Autori tehničkog rešenja „Programski sistem za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike” su elaboratom zadovoljavajuće opisali programski sistem, njegovu oblast primene i njegov doprinos u području projektovanja alata i plastičnih proizvoda. Predlažem Nastavno naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, da softver „PROGRAMSKI SISTEM ZA PROJEKTOVANJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE” (M-85) prihvati kao novo tehničko rešenje.

Kragujevac, 2015. godine



Prof. dr Bogdan Nedić

Univerzitet u Kragujevcu
Fakultet inženjerskih nauka
Katedra za proizvodno mašinstvo
Sestre Janjić 6
34000 Kragujevac

E-mail: nedic@kg.ac.rs

Na osnovu odluke Nastavno naučnog veća Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, od 19.02.2015. godine, kojom sam imenovan sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom "PROGRAMSKI SISTEM ZA PROJEKTOVANJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE", realizovanog u okviru projekta „Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema", TR-35020. Na osnovu dostavljene dokumentacije o tehničkom rešenju, i uvida o publikovanim radovima a u skladu sa odredbama pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je doneo Nacionalni savet za naučno tehnološki razvoj Republike Srbije („Službeni glasnik RS", br. 3/2008.) ocenjujem da su ispunjeni uslovi za priznanje tehničkog rešenja. Na osnovu pregleda dokumentacije podnosim sledeći

IZVEŠTAJ

Tehničko rešenje „PROGRAMSKI SISTEM ZA PROJEKTOVANJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE", autora: dr Ivan Matina, dr Miodraga Hadžistevića, dr Janka Hodolića, dr Đorđa Vukelića i dr Dejana Lukića je opisano u priloženoj dokumentaciji na 18 strana. Dokumentacija sadrži 8 poglavlja. Naslovi poglavlja su:

1. Oblast primene tehničkog rešenja
2. Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem
3. Stanje rešenosti problema u svetu - prikaz i analiza postojećih rešenja
4. Suština tehničkog rešenja
5. Detaljan opis tehničkog rešenja
6. Analiza upotrebljivosti tehničkog rešenja
7. Zaključak
8. Literatura.

Predloženo tehničko rešenje pripada oblasti softvera predviđenog za automatizaciju projektovanja alata i realizovano je u okviru projekta „Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema", TR-35020 iz programa tehnološkog razvoja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Predloženo programsko rešenje se koristi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu kao sredstvo za unapređenje procesa projektovanja alata za injekciono presovanje plastike. Predloženo rešenje je moguće koristiti za: CAD modeliranje proizvoda, odnosno simulacionog modela; automatizaciju modeliranja tipskih elemenata alata, proračune alata, simulaciju injekcionog presovanja, izbor materijala i alatnih ploča.

U poglavlju *Oblast primene tehničkog rešenja* rešenja ukazuje se na mogućnost i područje primene programskog rešenja.

U poglavlju *Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem* je opisan tehnički problem u projektovanju alata za injekciono presovanje plastike.

U poglavlju *Stanje rešenosti problema u svetu - prikaz i analiza postojećih rešenja* navedeni su autori predhodnih programskih rešenja, i istaknuta je potreba za razvojem novog.

U poglavlju *Detaljan opis tehničkog rešenja* je opisan je model sistema, algoritamska struktura programskog sistema. Struktura sistema je opisana po modulima. Posebno je opisana

struktura CAE/II i CAD/II originalnih modula jer predstavljaju suštinu rešenja. U poglavlju se prikazuje grafičko okruženje programskog sistema koje obezbeđuje neophodno za ostvarenje interaktivnog dijaloga između korisnika i računara.

U poglavlju *Analiza upotrebljivosti tehničkog rešenja* se prikazuje primenu modula ovog integrisanog CAD/CAE sistema u projektovanju alata svrstanih u devet grupa.

U zaključku se na osnovu predstavljenih činjenica sumiraju mogućnosti razvijenog programskog rešenja. Pored toga se ukazuje na originalnost i doprinos rešenja u pomenutoj oblasti projektovanja.

Rešenja na bazi kojih je razvijeno ovo tehničko rešenje, kao i rezultati verifikacije istog, su publikovani u radovima navedenim u literaturi dokumentacije tehničkog rešenja [14, 16, 27].

MIŠLJENJE

Na osnovu svega navedenog kao recenzent predloženog tehničkog rešenja ocenjujem i predlažem Nastavno naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, da predloženo tehničko rešenje „PROGRAMSKI SISTEM ZA PROJEKTOVANJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE” prihvati kao novo tehničko rešenje, koje se prema važećim kriterijumima može svrstati u kategoriju M85.

Novi Sad, 2015. godine



Prof. dr Dragiša Vilotić

Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Departman za proizvodno mašinstvo
Trg Dositeja Obradovića 6
21000 Novi Sad

E-mail: vilotic@uns.ac.rs