

# Metodičko konstruiranje — novi pristup projektiranju i konstruiranju drvnih proizvoda\*

Mr Stjepan Tkalec, dipl. inž.  
Sumarski fakultet, Zagreb

UDK 634.0.836.1

Primljeno: 24. lipnja 1983.  
Prihvaćeno: 25. srpnja 1983.

Prethodno priopćenje

## S a ž e t a k

U ovom se članku govori o metodičkom konstruiranju kao znanstvenoj metodi projektiranja i konstruiranja, te o mogućnostima njene primjene kod oblikovanja finalnih drvnih proizvoda. Uspoređuju se klasične metode razvoja proizvoda s metodičkim pristupom, na osnovi čega se zaključuje da jedino metodičko konstruiranje daje osnove za optimalizaciju projektnih i konstrukcijskih rješenja, te za obradu podataka na elektroničkom računalu.

**Ključne riječi:** Metodičko konstruiranje — intuitivne i diskurzivne metode konstruiranja — projektiranje — konstrukcijska razrada — koeficijent usklađenja.

## METHODICAL CONSTRUCTING — NEW APPROACH TO CONSTRUCTION AND DESIGN OF NEW PRODUCTS

### S u m m a r y

This article discusses methodical constructing as a scientific method of designing and constructing and a possibility of its application in moulding finished wood products.

Traditional methods of the product development are compared with methodical approach, on the basis of which a conclusion is made that only methodical constructing offers the grounds for optimalization of design and construction solutions and for data processing on computer.

**Key words:** methodical constructing — intuitive and discursive methods of designing — constructional working out — coefficient of coordination (A.M.)

## UVOD

Znanost o konstruiranju je novo područje tehničkih znanosti. Njen zadatak je da istražuje proces nastajanja konstrukcije proizvoda, otkrivanjem zakonitosti konstruktorske djelatnosti i razvijanjem metoda koje će omogućiti racionalan proces konstruiranja.

Vrlo složena i rastuća problematika u projektiranju i konstruiranju strojarških i građevinskih konstrukcija utjecala je na mnoga istraživanja u tom području. Kao rezultat tih istraživanja razvila se nova znanstvena oblast pod imenom znanost o konstruiranju.

Znanost o konstruiranju i konstruiranje pomoću elektroničkog računala počelo se istraži-

vati i u našoj zemlji u području strojogradnje. Upoznavanje tog znanstvenog područja i mogućnosti koje pruža ta oblast u finalnoj drvnoindustrijskoj proizvodnji, posebno u proizvodnji namještaja i drvnih proizvoda za građevinarstvo, tek predstoji. Razina razvoja aktivnosti projektiranja i konstruiranja nalazi se trenutačno u okvirima primjene intuitivnih metoda rada, dok se u novije vrijeme skromno javljaju i diskurzivne metode. Optimalizacija projektnih i konstruktivnih rješenja, te pristup automatizaciji konstruiranja čine problematiku koja je obuhvaćena zadatkom »Istraživanje kriterija optimizacije kod razvoja proizvoda« u okviru Programa znanstvenoistraživačkog rada u drvnjoj industriji.

Ovim člankom želi se upozoriti na značenje daljih istraživanja, na pravce u stvaranju uvjeta za izučavanje ove problematike, do primjene u neposrednoj proizvodnji.

\* Rad je izrađen na Sumarskom fakultetu u okviru zadatka 67.4.3. »Istraživanje kriterija optimizacije kod razvoja proizvoda«, koji financira SIZ-IV i Opće udruženje šumarstva i prerade drva i prometa SRH, Zagreb.

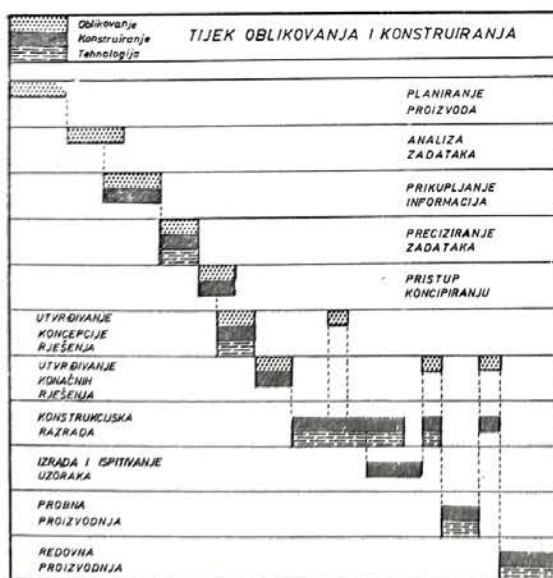
Potprojektom rukovodi prof. dr mr Mladen Figurić.

## 1. PROBLEMATIKA AKTIVNOSTI PROJEKTIRANJA I KONSTRUIRANJA

Oblikovanje ili projektiranje u užem smislu predstavlja aktivnost koja ima za cilj određivanje funkcionalno-estetskih svojstava finalnog proizvoda, za razliku od aktivnosti konstruiranja koja određuje konstruktivno-tehnološke karakteristike. Obje aktivnosti sastavni su dio cjelokupnog procesa razvoja proizvoda. U širem smislu, ciljevi tih aktivnosti su zajednički, ali se bitno razlikuju u sadržaju rada. Aktivnosti konstruiranja, za razliku od projektiranja, tj. oblikovanja, imaju znatno veće granično područje s tehnologijom i organizacijom izrade, te bitno utječu na konačno oblikovno rješenje s aspekta tehničko-ekonomskih uvjeta realizacije novog ili preoblikovanog proizvoda. Stoga svako idejno oblikovno rješenje treba omogućiti alternative konstrukcijskih rješenja radi adaptiranja određenom proizvodnom sustavu.

Bez obzira na lokaciju funkcije razvoja proizvoda u nekom poslovnom sistemu, aktivnosti oblikovanja i konstruiranja teku s obzirom na sadržaj i vrijeme u različitim kombinacijama, od diskontinuiranog postepenog načina do kombiniranog. Redoslijed aktivnosti određen je metodskim pristupom i razlikuje se između pojedinih radnih organizacija. Na slici 1. gantogramski je prikazan tijek projektiranja i konstruiranja proizvoda po kombiniranom načinu izvođenja.

Način izvođenja uvjetovan je i brojem izvršilaca radova na oblikovanju proizvoda, bez obzira na uspješnost takvih radova. Primjerice, je-



Slika 1 — Oblikovanje i konstruiranje kao usporedne aktivnosti — gantogramski prikaz

Fig. 1 — Moulding and constructing as parallel activities — the Gantt chart

dan izvršilac može svoje aktivnosti operativno planirati po diskontinuiranom — postepenom načinu, alternativno po kontinuiranom — postepenom načinu, a takvi načini izvođenja daju najduže vremenske cikluse. Dakle, na rezultate treba relativno dugo čekati. Drugi problem čini uspješnost oblikovnih rješenja. Univerzalnost stručnjaka može uvjetovati takva rješenja, koja s tržišnog, tehničkog ili ekonomskog aspekta nisu optimalna. Specijalizacija stručnjaka, tj. timski rad s vremensko paralelnim ili kombiniranim provođenjem aktivnosti, skraćuje rokove izrade, dok u kvalitativnom pogledu daje veće mogućnosti za pristup optimalizaciji, a time povoljnijem izboru za uspješnija oblikovna rješenja. U ovom radu će se ukratko analizirati postojeći metodološki pristupi kod proizvođača namještaja.

## 2. METODE KONSTRUIRANJA

Istraživanjem procesa konstruiranja, vremenskog udjela određenih radova, te takva misaonog procesa, utvrđeno je da u procesu postoji intuitivni i diskurzivan način mišljenja pri rješavanju konstruktorskih problema i donošenja odluka. Intuitivni način bazira se na empiriji, tj. bez temeljnih znanstvenih spoznaja. Diskurzivne metode osnivaju se na rezultatima znanstveno-istraživačkih eksperimenata, proračuna i logičkih zaključaka.

Jedno od područja znanosti o konstruiranju nazvano je metodičko konstruiranje. Njime se nastoji razviti proces konstruiranja primjenom sistematiziranih postupaka, koji omogućuju općenito rješavanje konstrukcijskih problema. Osnovni uvjeti za to su algoritmičnost i učestalost pojedinih aktivnosti. Metodičko konstruiranje omogućuje da se proces razradi algoritmički i rješava primjenom elektroničkog računala. Praktična primjena ove metode uvedena je u strojarstvu, brodogradnji i građevinarstvu, a uvodi se u područje drvnih konstrukcija.

Unazad trij desetljeća razvijaju se metode iznalaženja odgovarajućih tehničkih rješenja u mnogim zemljama kao: SAD, SSSR, SR Njemačka, Francuska, Engleska, Švicarska, Čehoslovačka i dr. Istraživanja se uglavnom provode u tri smjera, a to su:

- pronalaženje novih metoda;
- razvijanje novih metoda kombinacijom već poznatih metoda;
- poboljšanje poznatih metoda s obzirom na uspješnost.

Metodički postupci, nazvani uglavnom prema njihovim autorima ili skupini autora (Roth, Pahl/Beitz, VDI 2222/1, Koller i dr.), imaju sličan proces konstruiranja. Tako npr. spomenute četiri



metode sadrže faze formuliranja i raščišćivanja zadatka, funkcionalnu fazu, fazu oblikovanja, te dijelom razradu. Jedinstvena slika ovih metoda može se dobiti ujedinjenjem aktivnosti metodičkog konstruiranja koje se svrstavaju u deset važnijih etapa:

- utvrđivanje cilja zadatka
- utvrđivanje svrsishodnosti zadatka
- skupljanje i analiza informacija o zadatku
- preciziranje — konkretiziranje zadatka
- karakteriziranje idealnog rezultata
- traženje ideja i predviđanje rješenja
- analiza i obrada idejnih rješenja
- izbor optimalne varijante rješenja
- razrada i pojednostavljenje rješenja
- vrednovanje i rezimiranje rezultata

U metodičkom konstruiranju postoje tri osnovna stupnja, a to su: koncipiranje koje je pretežno heuristička djelatnost s primjenom intuitivnih metoda, projektiranje kao heurističko-algoritmička djelatnost, te konstruiranje kao pretežno algoritmička djelatnost s primjenom diskurzivnih metoda. Sva tri stupnja obuhvaćena su kod rješavanja novih konstrukcija, dok se optimalna konstrukcijska razrada izvodi u etapi konstruiranja.

U dijagramu na slici 2. skraćeno je prikazan tijek metodičkog konstruiranja. Slijed aktivnosti se sastoji od tri osnovna razvojna stupnja (faze): koncipiranja, projektiranja i konstrukcijske razrade.

Koncipiranje sadrži aktivnosti raščlanjivanja zadatka i upoznavanja s osnovnim problemima konstruiranja. Za ove potrebe prikupljaju se potrebne informacije, vrši njihova selekcija u smislu sintetiziranja pozitivnih informacija i idejnih konstrukcijskih zahtjeva. Nakon izrade funkcionalne strukture, vrši se konkretiziranje konceptijskih varijanti, koje se po vrednovanju odabiru za daljnju razradu.

Projektiranje obuhvaća oblikovanje funkcionalnih i ekonomskih rješenja, tj. definitivan izbor materijala, dimenzija i konstrukcijskih sastava, vrši se izbor najpovoljnije varijante na osnovni tehnološko-ekonomskog vrednovanja, te se pristupa izradi projekta do razine prototipske dokumentacije.

Konstrukcijska razrada. Nacrt proizvoda se u posljednjoj fazi razrađuje u oblik tehničke dokumentacije namijenjene potrebama neposredne izrade. U skladu s organizacijom pripreme, vrši se razrada na poluproizvode, sklopove ili dijelove, te se crtaju detalji (fragmenti) konstrukcijskih oblika i sastava. Konstrukcijska razrada obuhvaća unošenje svih promjena i korekcija koje su nastale u toku ispitivanja prototipa ili u procesu probne ili redovne proizvodnje.

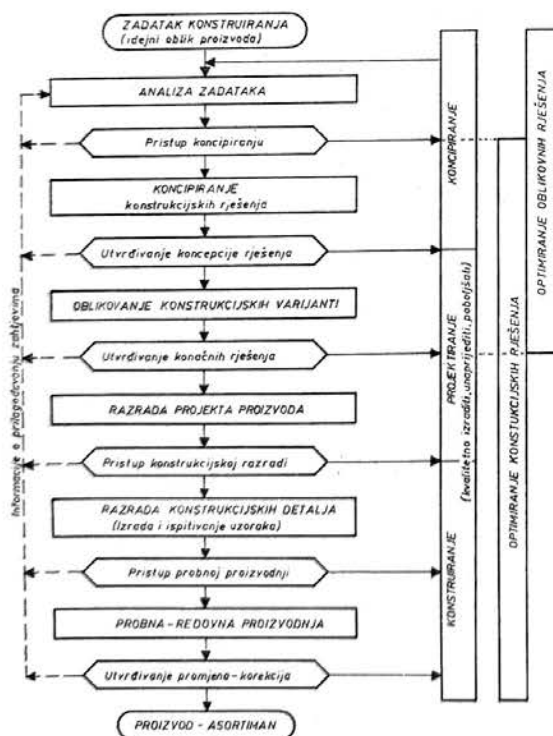
### 3. PRISTUP OPTIMIZACIJI KONSTRUKCIJA

Tehnike pronalazjenja optimalnih rješenja danas su razvijene i poznate. Problemi se pojavljuju pri određivanju kriterija optimizacije. Zbog složenosti sprega kriterija koji su često suprotnih polarnica, potrebno je odrediti prioritet traženja optimuma samo jedne sprege kriterija, a ostale kriterije obuhvatiti uz određena ograničenja.

Varijante konstrukcijskih rješenja dobivene metodičkim pristupom vrednuju se jedinstvenim načinom, npr.:

- relativnim pokazateljima na osnovi procjene eksperata,
- troškovima materijala, izrade i usluga,
- kombinacijom, tj. svođenjem na relativne pokazatelje (npr. indekse vrijednosti).

Vrijednosni pokazatelji dobiveni analizom proizvoda čine osnovu za valoriziranje različitih konstrukcijskih rješenja. Kriteriji za vrednovanje mogu se kvantificirati unutar nekog predviđenog raspona (npr. s obzirom na uvjete standarda), ili se mogu ponderirati ukoliko se žele istaknuti neke pozitivne karakteristike (npr. kvantitativne mogućnosti plasmana).



Slika 2 — Dijagram aktivnosti pri metodičkom konstruiranju — skraćeni prikaz

Fig. 2 — Graph of activity in methodical constructing



Jedinstveni sistem vrednovanja treba obuhvatiti:

— određivanje skupa varijanti konstrukcijskih rješenja proizvoda,

— određivanje kriterija za vrednovanje varijanti izvedbe sa zadatkom pronalaznja najpovoljnijeg rješenja.

S gledišta razdoblja vijeka trajanja finalnog proizvoda razlikuju se razdoblja: razvoja ili kreiranja, proizvodnje, eksploatacije, te eventualne regeneracije ili uništenja gotovog proizvoda.

Iz međusobnih djelovanja linearne vremenske veze i veza povratnog djelovanja, te razmatranjem načina i mjesta djelovanja, mogu se prema KOSTICU [3], izdvojiti pet osnovnih kriterija polaznog stupnja u postupku optimizacije proizvoda. To su: funkcionalnost proizvoda (F), tehnološkičnost (T), tržišnost (M), eksploatibilnost (E), te regenerativnost ili uništivost (R). Svaki od pet navedenih kriterija ( $K_n$ ) sadrži potreban minimum ili konstantne zahtjeve ( $K_c$ ), te neke dodatne kvalitativne činioce kao varijable  $\Delta K$ , čijim se variranjem može utjecati na osnovne kriterije u traženju optimalnih rješenja, tako da je:

$$K_n = K_c + \Delta K$$

Prilikom iznalaženja optimuma konstrukcijskog rješenja pretpostavlja se da proizvod zadovoljava sve konstantne dijelove kriterija ( $F_c$ ,  $T_c$ ,  $M_c$ ,  $E_c$ ,  $R_c$ ), te ne ulaze u proces variranja pri optimizaciji. Stoga proizvod dobiven konstantnim minimumima nije optimizacija, već udovoljavanje elementarnim zahtjevima, što je uobičajeni postupak u praksi.

Varijabilni dijelovi kriterija ( $\Delta F$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta M$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta R$ ) imaju djelomično značenje karakteristično za pojedine konstantne kriterije. Tako se npr. variranjem različitih konstrukcijskih oblika unutar područja tehnološkičnosti može dobiti parcijalna optimizacija ( $\Delta T$ ). Daljnjim razlučivanjem varijabilnog dijela na  $\Delta T'$  (parcijalna optimizacija) i  $\Delta T''$  (korelacijska optimizacija) postupak optimizacije svodi se na drugi, odnosno treći stupanj, u kojem suma kriterija djeluje na optimalna rješenja. Varijabilni dio određenih kriterija, kao što je spomenuto, moguće je kvantificirati prema značenju za pojedina područja. Stoga je važno kod pristupa optimizaciji odrediti područje unutar osnovnih kriterija i prioritete. Prema tome, može se razlikovati parcijalni pristup, gdje se vrši izbor kriterija samo nekih područja i kompleksni pristup, kada se uzima veliki izbor kriterija iz svih područja. Ovaj pristup je složeniji i dugotrajniji, ali vjerojatno daje i bolje rezultate.

U proizvodnji namještaja najznačajniji su kriteriji funkcionalnosti (F) i tehnološkičnosti (T), dok su s aspekta tržišta posebno zanimljivi ostali kvalitativni i kvantitativni kriteriji.

Na slici 3, prikazan je tijek procesa oblikovanja proizvoda, te se vidi da tehnološkičnost ima direktan odraz na proces oblikovanja. Dizajner je specijalista za funkciju, ali za jedan dio oblikovanja koji proizlazi direktno iz utjecaja tehnologije ( $T'$ ) može biti kompetentan konstruktor i tehnolog.

Proizvod se može oblikovati s aspekta njegove realizacije, tj. tehnološkog procesa ( $T_c$ ), ali je zadatak oblikovanja znatno širi, jer je potrebno nastojati što više smanjiti konstruktivnu i tehnološku složenost, utroške materijala, vremena izrade i dr. Stupanj ispunjenja ovih zahtjeva čini tehnološkičnost oblika nekog proizvoda, tj. elemente njenog varijabilnog dijela  $\Delta T$ .



Slika 3 — Tijek procesa oblikovanja proizvoda  
Fig. 3 — Series of process of product moulding

#### 4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PRISTUPA RAZVOJU PROIZVODA

Promatrajući neke metodološke pristupe razvoju proizvoda u praksi, uočeno je da se faze oblikovanja i konstruiranja razmatraju kao jedinstvena aktivnost, iako se međusobno razlikuju u sadržaju rada, u ciljevima pojedinog razvojnog stupnja, strukturi i profilu potrebnih kadrova i drugim specifičnostima.

U toku 1982. godine autor ovog članka proveo je anketu među nekolicinom stručnjaka koji se neposredno bave organizacijom ili provođenjem razvoja proizvoda ili neposrednim oblikovanjem namještaja. Za anketu su odabrani stručnjaci iz onih radnih organizacija koje imaju uvedenu funkciju razvoja proizvoda. Anketom su obuhvaćene dvije radne organizacije iz SR Slovenije, dvije iz SR Hrvatske i jedna iz SR Bosne i Hercegovine. Podaci koji su prikupljeni odnose se na sadržaj i redosljed aktivnosti kod razvoja proizvoda. Rezultati ankete iznijeti su u tablici I, gdje su slovima A, B, C, D i E obilježene anketirane radne organizacije. Uspoređujući dobivene podatke s aktivnošću metodičkog konstruiranja zapažaju se tri osnovne razlike, a to su:

— Redosljed aktivnosti odstupa od redosljeda metodičkog konstruiranja. Kod nekih ispitanika ta odstupanja su značajna u pogledu logičkog tijeka aktivnosti, koje se ne mogu uspješno obaviti bez ulaznih podataka prethodne aktivnosti.

— Svrha promatranih praktičnih metoda više ili manje se razlikuje po detaljima u sadržaju aktivnosti. Stoga se postupci nisu detaljno raščlanjivali od razine pogodnosti za unošenje podataka u tablicu.



## Komparacija aktivnosti razvoja proizvoda u praksi s metodičkim pristupom djelatnostima

Tablica II

Tablica I

Aktivnosti u procesu razvoja	A	B	C	D	E
<b>PLANIRANJE PROIZVODA</b>					
- kratkoročno	1	8	6	4	5
- srednjeročno	-	-	7	-	-
<b>ANALIZA ZADATKA</b>					
- cilj zadatka	-	-	4	3	-
- svrishodnost	-	-	5	-	-
<b>SAKUPLJANJE INFORMACIJA</b>					
- tehničko-tehnološke	2	4	1	2	6
- konkurencije	-	5	2	1	7
<b>PRECIZIRANJE ZADATKA</b>					
- razišćivanje i objašnjavanje	-	3	3	-	4
- izrada liste zahtjeva P, T, M...	0	0	0	0	0
<b>PRISTUP KONCIPIRANJU</b>					
- utvrđivanje problema i funkc.karakt.	-	1	-	5	1
- traženje i obrada ideja-inovacija	-	2	-	-	0
- razrada na funkcije i podfunkcije	0	0	0	0	0
- kombiniranje i traženje rješenja	3	-	-	-	0
- konkretiziranje varijanti	4	-	8	-	0
- vrednovanje izabranim kriterijima	0	0	0	0	0
<b>PROJEKTIRANJE</b>					
<b>UTVRĐIVANJE KONKRETOJSKIH RJEŠENJA</b>					
- izbor materijala i dimenzioniranje	6	-	9	7	8
- izbor konstrukcijskih sastava	7	-	-	-	9
- vrednovanje utvrđenih rješenja	0	0	0	0	0
<b>UTVRĐIVANJE KONAČNIH RJEŠENJA</b>					
- izrada predkalkulacije	5	6	10	8	10
- vrednovanje raznim kriterijima	8	7	11	10,13	15
<b>KONSTRUIRANJE</b>					
<b>KONSTRUKCIJSKA RAZRADA</b>					
- razrada projekta	11	9	15	9	11,13
- percipijalna optimizacija kons.rješ.	0	0	0	0	0
- izrada uzoraka-prototipova	9,11	10	12	11	12
<b>ISPITIVANJE UZORAKA</b>					
- korekcije, izmjene	10,13	-	13	-	14
<b>PROBNA PROIZVODNJA</b>					
- korekcije, izmjene	-	11	14	12	16
<b>REDOVNA PROIZVODNJA</b>					
- izmjene, poboljšanja	14	12	16	14	17

— Aktivnosti koje su neophodne u optimizaciji oblikovnih i konstrukcijskih rješenja u praktičnim metodama izostaju (vidi kolone označene nulom). Tako su npr. izostavljene: izrada liste zahtjeva unutar osnovnih područja za izbor kriterija vrednovanja, vrednovanje koncipiranih i utvrđenih varijanti rješenja, kao i vrednovanje konačnih rješenja barem važnijim kriterijima. Kod nekih proizvođača ne vrši se niti ispitivanje uzoraka u cilju otklanjanja nedostataka.

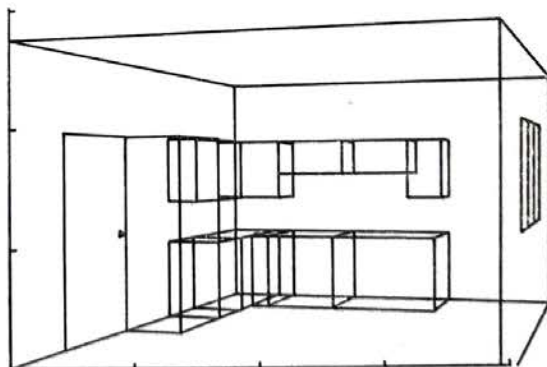
Jedan od pokazatelja razine i uspješnosti organiziranja razvoja proizvoda može biti približne teoretskom modelu razvoja koji predstavlja »idealno« stanje. Tako se stupanj razvoja može prikazati odnosom postojećeg i teoretskog modela, tj. brojem i značajem pojedinih aktivnosti. Stupanj ili koeficijent usklađenja ( $k_u$ ) je odnos broja stvarnih aktivnosti ( $a_s$ ) i broja teoretskih aktivnosti ( $a_t$ ). U primjeru on je izražen metodičkim pristupom. Ako bi se kvantificirale pojedine aktivnosti, dobio bi se složen izraz za stupanj usklađenja. U tablici II obrađeni su podaci iz prethodno iznijete ankete. Raspon stupnja usklađenja je 0,46 ... 0,62, što odražava izostajanje nekih neophodnih aktivnosti unutar klasičnih metoda.

Radna organizacija	$a_s$	$a_t$	$k_u$
A	14	26	0,54
B	12	26	0,46
C	16	26	0,62
D	13	26	0,50
E	13	26	0,50

Uspoređujući klasične metode razvoja proizvoda s »idealnim« modelom, vidi se da i vrlo opsežan praktični rad ne omogućava bilo kakvo pronalaženje optimalne izvedbe. U praksi je često polazište u pronalaženju odgovarajućih »uzora«, koji odgovaraju sličnošću funkcije, ali ne i ostalim utjecajnim faktorima. Unapređenje oblikovanja proizvoda sastoji se u pronalaženju optimalnih varijanti oblika traženog proizvoda, što je omogućeno primjenom modernih metoda i elektroničkog računala. Izrada većeg broja varijanti koje omogućuju optimizaciju sadašnjim klasičnim postupcima nije izvediva.

## 5. ZAKLJUČAK

Razvoj metodičkog konstruiranja bitno će utjecati na organiziranje proizvodnog sustava u pogledu pristupa planiranju razvoja proizvoda, organiziranju konstrukcijskog odjela, gdje će se konstruktorski crtači stolovi zamijeniti terminalskim jedinicama, tj. grafičkim stanicama opremljenim koordinatnim crtačim stolovima (tzv. plotteri); komuniciranje s ljudima zamijenit će se strojem koji će davati potrebne podatke i crteže za izbor i odlučivanje. Na slici 4. iznijet je primjer automatike u projektiranju. U svijetu se da-



Slika 4 — Primjer primjene stolnog računala u konstrukcijskom o. djelu — crtež rasporeda namještaja s koordinatnog crtačeg stola  
Fig. 4 — Example of application of table computer in construction division — sketch of furniture arrangement of coordinating drawing table

nas intenzivno radi na istraživanjima u pogledu transformacije klasičnog procesa konstruiranja. Suvremena znanstvena disciplina izuzetno interdiciplinarna i nedovoljno definirana je CAD (Computer Aided Design). Ona prvenstveno ovisi o razvoju kompjuterskih sustava, pripadnih programa, te specifičnih metoda analize i sinteze, što čini polazišni problem definiranja ove discipline. Dosadašnji rezultati jednoznačno pokazuju da je razvoj CAD-a neizbježan, te će u bliskoj budućnosti predstavljati osnovni preduvjet optimizacije u procesu projektiranja i konstruiranja. Radovi u okviru znanstvenih istraživanja u području projektiranja i konstruiranja finalnih drvnih proizvoda imaju zadatak da utvrde kakve su mogućnosti i prednosti primjene metodičkog konstruiranja, te kako pristupiti sprovođenju ove metode sa ciljem unapređenja ovih aktivnosti u praksi.

U toku su istraživanja koja provodi Zavod za istraživanja u drvnjoj industriji Šumarskog fakulteta u Zagrebu, a odnose se na područje izbora kriterija za vrednovanje konstrukcijskih i oblikovnih rješenja, te na sistematsko prikupljanje konstrukcijskih varijanti, kao osnove za optimizaciju

nekih konstrukcijskih vrsta namještaja od ploča, masivnog drva i ojastućenog namještaja za ležanje.

#### LITERATURA

- [1] DAMM, U.: Erzeugnisrationalisierung im Kastenmöbelbau, Holztechnologie 12 (1971), 2, Leipzig.
- [2] FIGURIC, M.: Organizacija rada u drvnjoj industriji (skripta), Šumarski fakultet u Zagrebu 1982.
- [3] FRAS, S.: Lesnina — Kako uvodimo nove proizvode, Industrijsko oblikovanje, 12 (1981), 62, Beograd.
- [4] KOSTELIC, A.: Kriterij optimizacije oblika proizvodnje, Strojstvo, 17 (1975), 4, Zagreb.
- [5] LJULJKA, B.: Razvoj proizvoda (rukopis), Šumarska enciklopedija 2, JLZ Zagreb 1983.
- [6] OBERSMIT, E.: Znanost o konstruiranju — nova znanstvena oblast, Strojstvo 22 (1980), 6, Zagreb.
- [7] OBRAZ, R.: Planiranje, razvoj i lansiranje proizvoda za tržište, Informator 1971, Zagreb.
- [8] RODENACKER, W. G.: Methodisches Konstruieren. Springer Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1971.
- [9] TKALEC, S.: Konstruiranje drvnih proizvoda (skripta — rukopis), Šumarski fakultet u Zagrebu 1982.
- [10] \* \* \* : Konstruiranje pomoću elektroničkog računala, Strojstvo 19 (1977), 3, Zagreb.
- [11] \* \* \* : Casopisi: PROJECT Tidsskrift for produktudvikling og Konstruktionsteknik — Kobenhavn 1982.

Recenzenti: prof. dr Mladen Figurić  
prof. dr Boris Ljuljka