

UDK: 65.011.5:694.6

Simulacija stroškov za izbor sistemov za proizvodnjo oken

Cost simulation for choosing system for production of windows

avtorja prof. dr. **Franč Bizjak**,
Andrej Potočnik, dipl. ing. les,
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta-lesarstvo

Izvleček/Abstract

Simulacija stroškov je lahko pomembno orodje pri izbiri proizvodnih sistemov, ki zagotavljajo minimalne stroške. V prispevku so opisane možnosti in model simulacije stroškov, ki upošteva storilnost, fleksibilnost in organiziranost tehnologije v odvisnosti od stroškov. Ta omogoča izbiro proizvodnih sistemov, ki ob enakih drugih pogojih, kot so kakovost in dobavni roki, izberemo optimalen proizvodni sistem. Ta model je bil uporabljen pri izbiri sistemov za proizvodnjo oken.

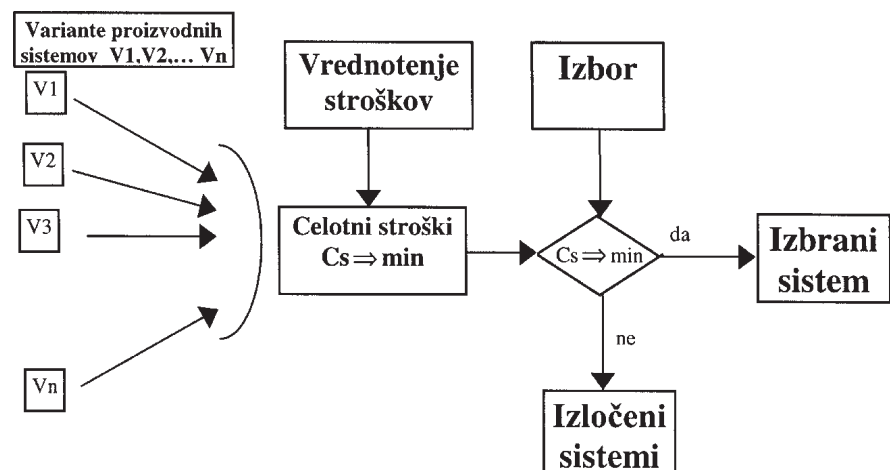
Prilagodljivost, proizvodnost, organiziranost in zanesljivost v delovanju posameznega tehnološkega sistema so ključni dejavniki učinkovitosti ob upoštevanju vrednosti osnovnega sredstva in izkoriščenosti kapacitet, ki jih nudi določen tehnološki sistem. Ob trendu zniževanja velikosti serij prihaja vse bolj v ospredje dejavnik prilagodljivosti, v katerem se konvencionalni tehnološki sistemi razlikujejo od novejših, bolj fleksibilnih tehnoloških sistemov. Te razlike pa končno pomenijo veliko prednost ali slabost posameznega tehnološkega sistema.

V nekem podjetju imajo za izdelavo okenskih elementov tehnologijo za serijsko proizvodnjo, ki ima relativno nizko osnovno vrednost, visoko

1. Teoretična zasnova modela simulacije stroškov

1.1. Problem

Sodobna tehnika in organizacija nudita številne možnosti proizvodnje, torej možnost različnih proizvodnih sistemov, ki se ob enaki kakovosti proizvodnje in enakih dobavnih rokih razlikujejo le po stroških proizvodnje. Gledano ekonomsko, je seveda smotrno oblikovati take proizvodne sisteme, ki zagotavljajo proizvodnjo z minimalnimi stroški. Problem simulacije stroškov za te potrebe torej lahko predstavimo tako:



SLIKA 1. PROBLEM SIMULACIJE STROŠKOV

Pri tem na minimiziranje stroškov najbolj vplivajo:

- * storilnost tehnologije in proizvodnega sistema,
- * fleksibilnost proizvodnega sistema,
- * organizacija tehnologije.

Poglejmo najprej, kakšne so te odvisnosti, po tem pa, kako je mogoče simulirati stroške za izbor ustreznega proizvodnega sistema.

1.2. Proizvodnost tehnologije in stroški

Kot že vemo, bolj proizvodna tehnologija troši manj nekaterih spremenljivih prvin (Vs) proizvodnega procesa, zato je običajno zanjo značilno, da povzroča nižje spremenljive

stroške. Hkrati pa taka tehnologija troši več stalnih prvin (Vt), zaradi česar je nabavna vrednost te tehnologije večja; ta pa pogojuje višje stalne stroške (Fs).

Če primerjamo stroške med proizvodnejšim in manj proizvodnim sistemom, dobimo:

za tehnološki sistem (1):

$$Cs1 = Fs1 + Vs1, \quad (1)$$

$$Vs1 = vs1 \times p, \quad (2)$$

kjer je

- Cs1 = celotni stroški sistema 1,
- Fs1 = stalni stroški sistema 1,
- Vs1 = spremenljivi stroški sistema 1,
- vs1 = spremenljivi stroški za enoto sistema 1,
- p = obseg proizvodnje;

za tehnološki sistem (2):

$$Cs2 = Fs2 + Vs2, \quad (3)$$

$$Vs2 = vs2 \times p. \quad (4)$$

Oznake imajo isti pomen kot pri sistemu (1), le da se nanašajo na sistem (2). Če stroške prikažemo grafično, dobimo sliko 2. Kot vidimo, se v točki (x) stroški izenačijo. To omogoča izbor primerne sistema:

$$p > x \quad (5)$$

Primernejši je tehnološki sistem (2).

$$p < x \quad (6)$$

Primernejši je proizvodni sistem (1).

Točko (x), to je točko, kjer je obseg proizvodnje tak, da zagotavlja pri obeh sistemih enake stroške, lahko dobimo:

$$Cs1 = Cs2 \quad (7)$$

$$Fs1 + vs1 \times p = Fs2 + vs2 \times p \quad (8)$$

$$p = (Fs2 - Fs1) / (vs1 - vs2) = (x) \quad (9)$$

Poimenujmo to točko **točko enake sprejemljivosti**.

1.3. Prilagodljivost tehnologije in stroški¹

Vzemimo dve tehnologiji, ki se medsebojno razlikujeta po prilagodljivosti, trošita torej različne količine prvin za pripravo zmogljivosti (Vik), zaradi česar nastajajo različni stroški priprave zmogljivosti (RFs). Kot vemo, ti stroški v času priprave zmogljivosti skokovito narastejo. Tehnologiji se razlikujeta tudi po nabavni vrednosti, saj je običajno prilagodljivejša tehnologija dražja; to pa pogojuje tudi večje stalne stroške

(Fs). Predpostavimo, da sta tehnologiji enako proizvodni, zaradi česar trošita enake količine spremenljivih, potrošnih prvin (Vis), posledica tega so enaki spremenljivi stroški (Vs). Če označimo prilagodljivejši tehnološki sistem z (1) in stroške za primerjana sistema narišemo, dobimo naslednjo sliko (glej sliko 3).

Pri tem je:

- RFS1 = omejeno stalni stroški sistema (1), strošek pripravljenosti zmogljivosti,
- RFS2 = omejeno stalni strošek tehnološkega sistema (2), strošek pripravljenosti zmogljivosti.

Matematično razlago za tako gibanje stroškov primerjanih sistemov pa vidimo iz naslednjih odnosov:

$$Fs1 > Fs2 \quad RFS2 > RFS1 \quad (10)$$

$$Cs2 = Fs2 + VS2 + RFS1 \times n \quad (11)$$

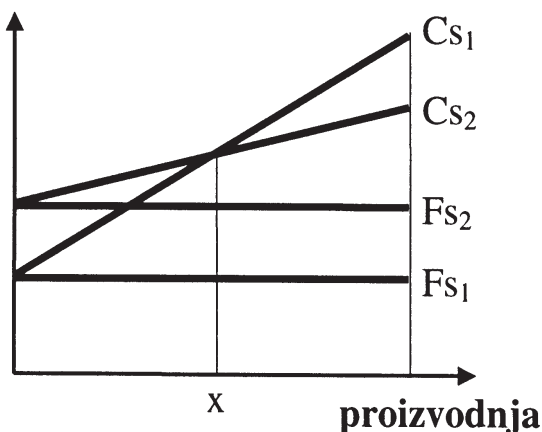
$$Cs1 = Fs1 + VS1 + RFS1 \times n \quad (12)$$

$$Cs2 \leq Cs1$$

pri x = 1 do 100 % izkoriščenosti zmogljivosti oziroma obsega proizvodnje (p),
n = število nastavitvev.

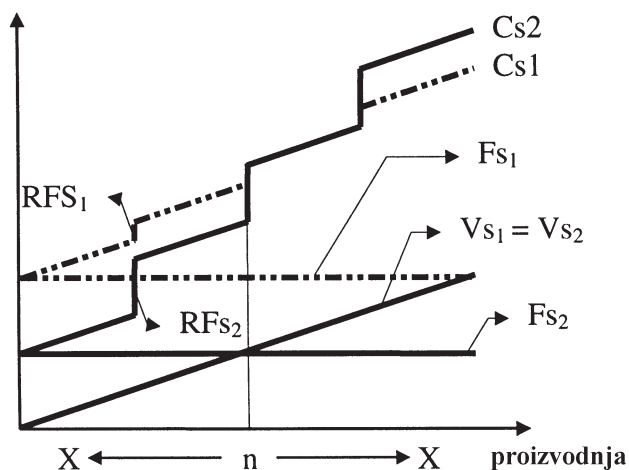
Zaradi manjše prilagodljivosti tehnolo-

celotni stroški



SLIKA 2. PRIMERJAVA STROŠKOV BOLJ ALI MANJ PROIZVODNEGA TEHNOLOŠKEGA SISTEMA

celotni stroški



SLIKA 3. PRIMERJAVA STROŠKOV BOLJ ALI MANJ PRILAGODLJIVE TEHNOLOGIJE

loškega sistema (2) je potrebno, na primer, pri nastavljanju več časa in dela, iz česar izhajajo višji stroški dela in višji stroški amortizacije v času, ko tehnološki sistem preurejamo v primerjavi s primerjanim tehnološkim sistemom (1).

Razlika med omejeno stalnimi stroški (RFS) primerjanih sistemov vpliva na to, da se pri višjih naložbah v tehnološki sistem (1) pri enaki proizvodnosti in določenem obsegu proizvodnje celotni stroški (Cs) primerjanih sistemov izenačijo, če je le število nastavitvev (n) dovolj veliko. V točki enakih celotnih stroškov, to je točki, kjer ni diferenčnih stroškov $Cs1 = Cs2$, namreč velja:

$$FS1 - FS2 = (RFS2 - RFS1) \times n. \quad (13)$$

Iz tega izhaja potrebno število nastavitvev (n)

$$n = (Fs1 - Fs2) / (RFS2 - RFS1) \quad (14)$$

Pri enaki proizvodnosti primerjanih tehnoloških sistemov torej lahko trdimo, da bodo celotni stroški (Cs1) manjši od (Cs2), ($Cs1 < Cs2$), če je dejansko potrebno število nastavitvev stroja (x) večja od izračunanega (n), ($x > n$). V tem primeru bo ugodneje uporabljati tehnološki sistem (1).

V primeru, ko je dejansko potrebno število nastavitvev stroja (x) manjše od izračunanega (n), ($x < n$), bodo pri enaki proizvodnosti celotni stroški tehnološkega sistema (1) (Cs1) višji od celotnih stroškov sistema (2), zato bo ugodneje uporabljati tehnološki sistem (2).

Učinkovitost primerjanih tehnoloških sistemov bo torej odvisna, poleg drugih proizvodnih pogojev, predvsem od števila menjav serij, od velikosti serije, oziroma od prilagodljivosti. Glede na navedeno je torej razumljivo, da se v maloserijski in posamični proizvodnji

uveljavljajo sodobni, zelo fleksibilni tehnološki sistemi, v velikoserijski proizvodnji pa je zaradi nekoliko nižjih (še vedno) naložb konvencionalnih tehnoloških sistemov še vedno smotrnejše uporabljati le-te. Navedena primerjava velja le za avtomatizirane tehnološke sisteme, saj le za te velja, da imajo približno enako proizvodnost. Drugačno stanje bi namreč lahko ugotovili, če bi opravili primerjavo med sodobnimi tehnološkimi sistemi (avtomatiziranimi) in bolj ali manj mehanskimi tehnološkimi sistemi, ki se v maloserijski proizvodnji uporabljajo (univerzalni stroji). Razlike bi v tem primeru bile predvsem zaradi različnih proizvodnosti.

1.4. Organiziranost tehnologije in stroški

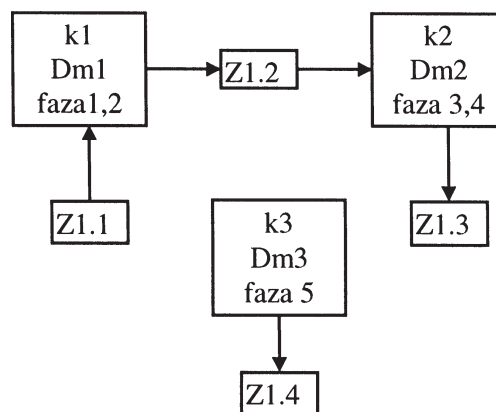
Različna tehnologija pa tudi različna organizacija zahtevata ne le različno proizvodnost, temveč tudi različno vezavo sredstev v proizvodnji, torej obratna sredstva; to pa posebno obliko stroškov pripravljenosti zmogljivosti (Svs), to je stroške vezave sredstev. Glede na pomemben delež teh stroškov v strukturi cene v lesni industriji je razumljivo, da moramo te stroške upoštevati kot odločujoče stroške pri izboru sistemov.

Poglejmo, kako se oblikujejo zaloge in prek teh tudi vezava sredstev v proizvodnji za naslednje osnovne

načine organizacije tehnologije:

- * proizvodnja na posamičnih, medsebojno nepovezanih tehnoloških sistemih,
- * proizvodnja na linijah,
- * proizvodnja na večstopenjskih obdelovalnih strojih.

V prvem primeru je za tovrstno organizacijo značilen naslednji tok materiala:



SLIKA 4. ZALOGE MATERIALA PRI DELU NA POSAMIČNIH TEHNOLOŠKIH SISTEMIH

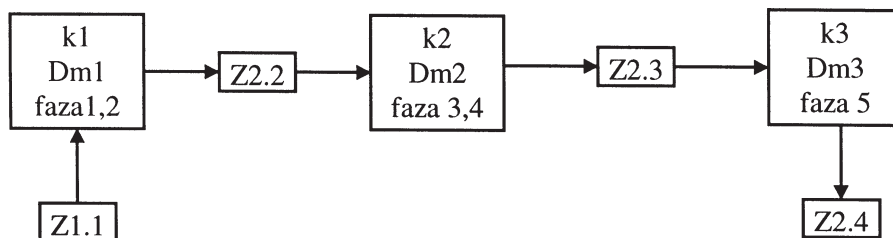
Oznake pomenijo:

- Dmi = delovna mesta,
- Zi = zaloge materiala, izdelkov in polizdelkov,
- ki = zmogljivosti.

Skupne zaloge v tem primeru so:

$$Zk1 = Z11 + Z12 + Z13 + Z14. \quad (15)$$

Za to proizvodnjo je običajno značilna neusklajenost zmogljivosti, saj je pogosto organizirana na bolj ali manj univerzalnih strojih; to pa je tudi osnovni vzrok, da so v proizvodnji velike



SLIKA 5. TOK MATERIALA PRI LINIJSKI PROIZVODNJI

medfazne zaloge in s tem tudi vezana razmeroma velika sredstva. Za zmogljivosti (k) torej velja:

$$k1 \neq k2 \quad k3. \quad (16)$$

V drugem primeru je za tovrstno organizacijo značilen tok materiala, ki ga kaže slika 5:

Skupne zaloge pa so v tej organizaciji tehnologije:

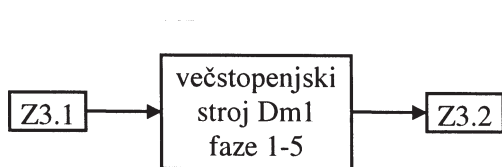
$$Zk2 = Z21 + Z22 + Z23 + Z24. \quad (17)$$

Za to proizvodnjo je značilno, da so zmogljivosti medsebojno okvirno usklajene, zato velja:

$$k1 \gg k2 \gg k3. \quad (18)$$

Temu primerno so tudi zaloge materiala v proizvodnji manjše, s čimer je tudi vezava sredstev manjša.

V tretjem primeru je za tok materiala značilna naslednja pot:



SLIKA 6. PRETOK MATERIALA NA VEČSTOPENJSKIH OBDELOVALNIH STROJIIH

Skupne zaloge pa so:

$$Zk3 = Z31 + Z32. \quad (19)$$

Na večstopenjskem stroju izvedemo vse operacije, zato medfaznih zalog ni, pa tudi neusklajenosti zmogljivosti ni. Tako lahko v tem primeru pričakujemo manjšo vezavo sredstev.

Glede na opisano, lahko sklepamo, da veljajo med navedenimi zalogami za različne načine organiziranosti naslednji odnosi:

$$Zk1 \gg Zk2 \gg Zk3, \quad (20)$$

kar pomeni, da v prvem primeru

lahko pričakujemo večjo vezavo sredstev kot v drugem in v drugem primeru večjo kot v tretjem.

Temu primerno lahko pričakujemo tudi različne koeficiente obračanja zalog:

$$Ko1 \ll Ko2 \ll Ko3, \quad (21)$$

kar pomeni boljše ali slabše obračanje sredstev.

Iz navedenega izhaja tudi spoznanje o različnih stroških vezave sredstev. Sredstva, tuja ali lastna, vezana v proizvodnji, namreč imajo svojo ceno, s tem pa tudi nastajajo stroški. Pri določeni obrestni meri (r), ki predstavlja ceno kapitala, ovrednotimo stroške vezave sredstev v proizvodnji na naslednji način:

$$Svs = Zki \times r, \quad (22)$$

pri čemer je
 Svs = stroški financiranja,
 r = obrestna mera za obratna sredstva v %.

Pri isti obrestni meri torej lahko za obravnavane načine organizacije tehnologije pričakujemo različne stroške financiranja, in sicer:

$$Svs1 \gg Svs2 \gg Svs3. \quad (23)$$

To pa bo potrebno upoštevati pri izboru tehnologije in organizacije, saj smo ugotovili, da so ti stroški odločujoči za izbor tehnologije.

To pa niso edini odločujoči stroški, ki so odvisni od organizacije tehnologije. Odvisnost od zalog, začetnih, vmesnih, ali končnih, se spreminjajo tudi potrebe po skladiščenju in velikosti skladišč, od tega pa so odvisne tudi naložbe v proizvodne sisteme. Kako obseg naložb vpliva na stalne stroške in s tem na poslovni uspeh,

pa smo že obravnavali. Te stroške je, glede na pomembne razlike med različnimi zasnovami, treba upoštevati, ko ugotavljamo stalne stroške.

1.5. Model simulacije stroškov za izbor tehnologije

Vzamemo "n" tehnoloških sistemov enakih zmogljivosti, ki omogočajo zahtevam tržišča primerno proizvodnjo. Za te tehnološke sisteme je mogoče načrtovati odločujoče stroške tako, da so:

$$Cs1 = Fs1 + Vs1 + RFs1 + Svs1,$$

$$Cs2 = Fs2 + Vs2 + RFs2 + Svs2, \quad (24)$$

$$Csn = Fsn + Vsn + RFsn + Svsn.$$

Celotni odločujoči stroški sistema tako zaradi različnih tehnoloških in organizacijskih značilnosti zavzemajo različne vrednosti:

$$Cs1 \neq Cs2 \quad \dots \quad Csn. \quad (25)$$

Glede na to, da nižji celotni stroški maksimirajo poslovni rezultat ob enakem celotnem prihodku, bo ciljna funkcija tehnološkega sistema:

$$Cs = Fs + Vs + RFs + Svs \Rightarrow \min \quad (26)$$

oziroma bodo kriteriji izbora optimalnega tehnološkega sistema med obravnavanimi sistemi minimalni celotni stroški. Med tehnološkimi sistemi bo torej izbran sistem, ki izpolnjuje pogoj:

$$Csi = \min ; \quad (27)$$

sistem i = izbrani sistem .

To pa je potreben, čeprav nezadosten pogoj za izbor tehnološkega sistema.

Kot smo že videli, celotni stroški pri istem tehnološkem sistemu zaradi svojih značilnosti variirajo v inter-

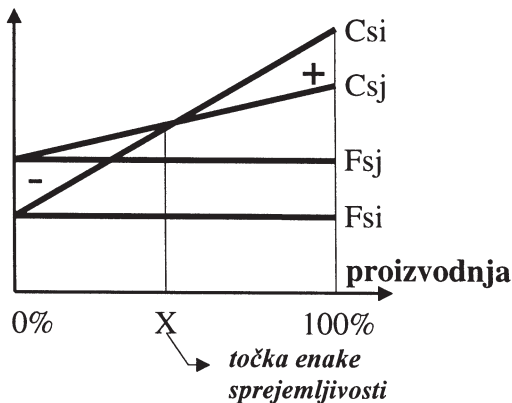
valu obsega dejavnosti, zato navedeni kriterij velja le ob natančno določenem obsegu dejavnosti. Če se omejimo le na grafično primerjavo dveh sistemov, dobimo sliko 7.

Če ugotovimo razliko med celotnimi stroški C_{si} - C_{sj} , dobimo diferenčne stroške, torej

$$D_s = C_{si} - C_{sj} ; \quad (27)$$

D_s = diferenčni stroški.

celotni odločujoči stroški



SLIKA 7. CELOTNI ODLOČUJOČI STROŠKI PRIMERJANIH SISTEMOV

Diferenčni stroški pa, odvisno od višine stroškov sistema (C_{si}) in (C_{sj}) v intervalu obsega dejavnosti, lahko zavzamejo pozitivne ali negativne vrednosti oziroma vrednost 0.

V primeru enakosti stroškov primerjanih sistemov so torej diferenčni stroški nič:

$$D_s = 0 . \quad (29)$$

To točko (x), kjer je izpolnjen gornji pogoj, poimenujemo točko enake sprejemljivosti sistema.

Če bo obseg proizvodnje (p) večji od točke (x), torej

$$p > x , \quad (30)$$

bo primernejši tehnološki sistem (j).

Če bo obseg dejavnosti (p) manjši od točke (x), torej

$$p < x , \quad (31)$$

bo primernejši tehnološki sistem (i).

Obseg proizvodnje (p), kot smo videli, je lahko tak, da je primeren z vidika stroškov prvi, oziroma drugi tehnološki sistem. Zato bo pri določenem obsegu dejavnosti potrebno izbrati tisti sistem, ki zagotavlja minimalne stroške na enoto, torej

$$cs = C_{si} / p = \min ; \quad (32)$$

sistem i = izbrani sistem.

To pa je potreben in zadosten pogoj za izbor tehnološkega sistema. Izbor tehnološkega sistema je torej pomemb-

na in dolgoročno poslovna odločitev, saj odločilno vpliva na kasnejšo uspešno ali neuspešno poslovanje. Neustrezno projektirano in izvedeno tovarno je nemogoče uspešno upravljati.

1 Obširneje o tem glej v: F. Bizjak, Produktionsfunktion und Kostenfunktion bei flexibler Automatisierung der Produktion, Holz als Roh-und Werkstoff 48(1990)125-128, Springer Verlag 1990

Literatura

1. F. Bizjak, Produktionsfunktion und Kostenfunktion bei flexibler Automatisierung der Produktion, Holz als Roh-und Werkstoff 48(1990)125-128, Springer Verlag 1990
2. A. Potočnik, Vpliv prilagodljivosti posameznih tehnoloških sistemov za izdelovanje okenskih elementov na celotne stroške. Visokošolska (strokovna) diplomska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2000
3. F. Bizjak, Kostensimulation zur Auswal flexibler Produktionssysteme, Simulationstechnik 13. Symposium in Weimar, 1999, stran 85-94

UDK: 674.65:011

Simulacija stroškov za izbor sistemov za proizvodnjo oken (2. del)

Cost simulation for choosing system for production of windows (part 2)

avtorja prof. dr. **Franc Bizjak, Andrej Potočnik**, dipl. inž. les,
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta-lesarstvo

Izvleček/Abstract

V prispevku so opisane možnosti in model simulacije stroškov, ki upošteva storilnost, fleksibilnost in organiziranost tehnologije odvisno od stroškov. Ta omogoča izbiro proizvodnih sistemov, ko ob enakih drugih pogojih, kot so kakovost in dobavni roki, izberemo optimalen proizvodni sistem. Ta model je bil uporabljen pri izbiri sistemov za proizvodnjo oken.

V preučevanem podjetju imajo za izdelavo okenskih elementov tehnologijo za serijsko proizvodnjo, ki ima relativno nizko osnovno vrednost, visoko proizvodnost in slabo sposobnost adaptiranja na spremembo proizvodnih pogojev. Zato smo v primerjavo vzeli še dve novejši tehnologiji, ki sta bolj fleksibilni. Določili smo stroškovne vrste, v katerih se omenjeni tehnološki sistemi razlikujejo med seboj, in stroškovne vrste, ki končno določajo izdelavne stroške. Na osnovi velikosti izdelavnih stroškov smo določili delež stroškov priprave zmogljivosti. Pri določitvi točk enakih sprejemljivosti oz. najugodnejših intervalov posameznih tehnoloških sistemov smo upoštevali razlike v prilagodljivosti, instalirani vrednosti, v proizvodnosti in posredno v zanesljivosti delovanja. Ker je prilagodljivost

primarna prioriteta fleksibilnih tehnoloških sistemov, smo določili tudi potrebno število nastavitvev tehnologij, da fleksibilnejši tehnološki sistem ohranja stroškovno prednost pred preostalimi primerjanimi sistemi.

Ključne besede: simulacija stroškov, modeliranje, točka enake sprejemljivosti

In the article possibilities and cost simulation model, which considers productivity, flexibility and organization of technology in dependence from costs are described. It enables us to choose production systems, which is the most optimal one at equal other conditions like quality and times of delivery. This model was used at choosing systems for window production.

In investigated factory they have for production of window elements serial production technology, which have relatively low base cost, high production output and low adapting ability on changing of production terms. For that reason two flexible new technologies were also compared. The cost

queue at which technological systems differs between each other and cost queue which determines production costs at the end were defined. On the base of the production costs share of preparing of capacity were defined. At defining the points of equal acceptability respectively the rewarding intervals of technological systems the difference in adaptability, installing costs, in production output and indirectly in working reliability were considered. Because the adaptability is the primary priority of the flexible technological systems, also necessary numbers of technology settings, that more flexible technological system preserves cost priority beforehand other compared systems were defined. The target of economy is production of wished effects with minimal costs and at the end in reaching the positive production result, only with choosing the right technological system at suitable other production operation can be reached.

Keywords: cost simulation, modelling point of equal acceptability

2. UPORABA MODELA SIMULACIJE

Predstavljeni model simulacije stroškov je bil delno ali v celoti večkrat preizkušen, v nadaljevanju pa podajamo primer uporabe pri izbiri tehnologije za proizvodnjo elementov pri proizvodnji oken.¹

2.1. Opredelitev naloge

Obstoječa tehnološka postavitve za izdelovanje okenskih elementov, v sedanjih razmerah zaradi majhnih naročil proizvaja, v primerjavi s serijsko proizvodnjo, manj in z višjimi stroški. Najpomembnejši vzrok za to je zapleteno nastavljanje strojev, zaradi predolgega časa, za nastavitve tehnologije za drugi okenski element. Pri novejših, bolj prilagodljivih tehnologijah, je ta čas precej krajši, vendar to zahteva večje naložbe.

Zato predvidimo, da bo pri manjših serijah oziroma pri večjem številu nastavitve stroškovno ugodnejša prilagodljivejša tehnologija. Na drugi strani pa pri višjih serijah oziroma manjšem številu nastavitve lahko pričakujemo, da je obstoječa tehnologija še vedno ugodnejša zaradi nižjih stroškov amortizacije in visoke storilnosti.

V prispevku bomo po navedenem modelu primerjali poleg obstoječe tehnologije še novejši tehnologiji nemškega in italijanskega proizvajalca strojne opreme.

Cilji naloge

Predvsem nas zanimajo naslednja vprašanja:

- *Kateri stroški odločujoče vplivajo na izbor tehnologije za izdelovanje okenskih elementov?*
- *Kako pri prej omenjenih tehnologijah za izdelovanje okenskih elementov nastavitve strojev vpliva na celotne izdelovalne stroške okenskih elementov, ki sestavljajo okno dimenzij 120 x 140 cm?*
- *Pri katerih serijah je točka enake sprejemljivosti in kolikšno je potrebno število nastavitve pri aproksimativnem dnevnem obsegu proizvodnje?*
- *Katera tehnologija bi bila stroškovno najbolj ugodna, če bi na posameznih tehnologijah izdelovali okenske elemente za celotno okno hkrati brez združevanja naročil? To pomeni, da bi za standardno enokrilno okno, ki je sestavljeno iz 6 različnih elementov, za vsak okenski element nastavili stroj na drug tip elementa.*
- *Katera tehnologija bi stroškovno najbolj ustrezala ob eventualni vključitvi v obstoječi proizvodni proces, to se pravi, da bi obstoječo tehnologijo zamenjali za novo?*

2.2. Obstoječa tehnologija

Obstoječa tehnologija za izdelovanje okenskih elementov, v nalogi obravnavana kot "tehnologija A", je sestavljena iz štiristranskega skobeljnega stroja, dvostranskega čepilnega stroja, dvostranskega profilirnega stroja, prečnega transporterja in treh vzdolžnih transporterjev. V sklopu dvostranskega čepilnega stroja in dvostranskega profilirnega stroja so naprave "revolverji" za menjavo rezilnih glav. Na dvostranskem čepilnem stroju so na prečnem transporterju protiprofil, ki rabijo pri odrezavanju v prečni smeri kot opora

lesu, da ne prihaja do zatrgovanja. Protiprofil so narejeni z brazdami, da okenski element tesno prilega, čepi in utori se oblikujejo pri prehodu skozi stroj. Štiristranski skobeljni stroj je mehansko krmiljen, obojestranski čepilni stroj in obojestranski profilirni stroj pa sta NC krmiljena brez medsebojne povezave.

2.2.1. Opis tehnološkega postopka izdelovanja okenskih elementov

Linijo upravljata dva delavca. Vodja stroja vlaga morale v štiristranski skobeljni stroj in nastavlja stroj glede na vrstni red izdelavne dokumentacije elementov okna. Pomočnik pobira obdelane elemente iz stroja in kontrolira kakovost. Vizualno mora pregledati vsak okenski element, ki izstopa iz stroja.

Delavec na viličarju pripelje paletu pripravljenih moralov, ki jih pripravi na čepilnem krožnem žagalnem stroju, k štiristranskemu skobeljnemu stroju. Morale prej pripravijo na čepilnem krožnem žagalnem stroju, kjer so pri manjših serijah naloženi na paletu v zaporedju. Vodja linije vloži moral v štiristranski skobeljni stroj, ki potuje naprej po dveh vzdolžnih transporterjih do dvostranskega čepilnega stroja. Na koncu tega transporterja je stikalo, ki vklopi prečno verigo za prenos elementa z vzdolžnega transportnega traku na prečni transporter. Na obeh straneh je na verigi protiprofil. Po čepljenju se vklopi stikalo za prenos obdelanega elementa s prečnega transporterja na vzdolžni transporter. Če je na vzdolžnem transporterju preveč elementov, se avtomatsko izklopi prečni transporter. Do tega prihaja pri daljših elementih. Nato element potuje skozi dvostranski profilirni stroj do koncu linije, kjer je prečni transporter, ki se vklopi ob prehodu iz profilirnega stroja s

¹ Primer je povzet in dopolnjen po: Poto-nika, Vpliv prilagodljivosti posameznih tehnoloških sistemov za izdelovanje okenskih elementov na celotne stroške. Visokošolska (strokovna) diplomska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, 2000.

fotocelico. Pomočnik pobira elemente s transporterja in jih zloga na paletu na valjčno progo ter pri tem vsakega vizualno oceni, ali ustreza kakovostnim kriterijem.

Morali z določeno nadmero so vhodna surovina v tehnološki proces izdelovanja okenskih elementov, izhodni produkt pa je okenski element. Okenski elementi nato potujejo na delovno operacijo popravila.

2.2.2. Alternativne tehnologije

Nova tehnologija B

Možna tehnologija, v prispevku obravnavana kot "tehnologija B", je nemškega proizvajalca strojev. Sestavljena je iz štiristranskega skobeljnega stroja, dveh enostranskih čepilnih strojev, dvostranskega profilirnega stroja, petih prečnih transporterjev in šestih vzdolžnih transporterjev. Na dvostranskem čepilnem stroju in dvostranskem profilirnem stroju je več vreten s tremi rezilnimi glavami, tako da ni več potrebna menjava med delom, ker se ustrezna rezilna glava avtomatsko postavi v delovni položaj. Protiprofil na dvostranskem čepilnem stroju so ob vretenih in ob prehodu se ustrezen protiprofil priključi obdelovancu ter se nato spet umakne v prvotni položaj. Vsi stroji v sklopu linije so med seboj povezani in krmiljeni z enega mesta. Linija je CNC krmiljena. Pri menjavi

proizvodnje elementov se linija zaustavi le za toliko časa, da se opravijo nove postavitve orodja.

Nova tehnologija C

Možna tehnologija, v nalogi obravnavana kot "tehnologija C", je italijanskega proizvajalca strojev. Sestavljena je iz štiristranskega skobeljnega stroja, dveh enostranskih čepilnih strojev, dvostranskega profilirnega stroja, štirih prečnih transporterjev in petih vzdolžnih transporterjev. Na dvostranskem čepilnem stroju in dvostranskem profilirnem stroju je več vreten s tremi rezilnimi glavami, tako da ni več potrebna menjava med delom, ker se ustrezna rezilna glava avtomatsko postavi v delovni položaj. Protiprofil na dvostranskem čepilnem stroju so ob vretenih in ob prehodu se ustrezen protiprofil priključi obdelovancu ter se nato spet umakne v prvotni položaj. Vsi stroji v sklopu linije so med seboj povezani in krmiljeni z enega mesta. Linija je CNC krmiljena. Pri menjavi proizvodnje elementov se linija zaustavi le za toliko časa, da se opravijo nove postavitve orodja.

Pomembne razlike med tehnologijami

V spodnji preglednici so prikazane bistvene tehnične razlike med tehnologijami za izdelovanje okenskih elementov, ki pomembno vplivajo na učinkovitost tehnologije ob danih pogojih.

Poleg teh razlik bomo v primerjavi upoštevali tudi razlike v cenah tehnologij, fleksibilnosti in storilnosti, kar bo omogočalo primerjavo celotnih stroškov v odvisnosti od izrabe zmogljivosti. Primerjavo bomo opravili za proizvodnjo reprezentativnega okna.

2.2.3. Primerjava časov

Primerjava izdelovalnih časov

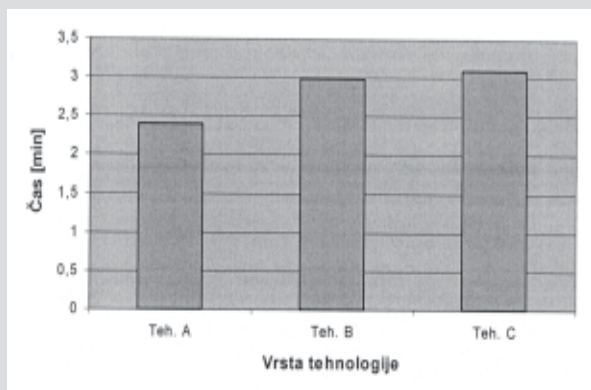
Na skupni preglednici in grafu je prikazana razlika v izdelovalnih časih pri preučevanih tehnologijah. Izdelovalni čas elementov za reprezentativno okno je v našem primeru seštevek časov za izdelavo posameznih okenskih elementov.

□ **Preglednica 2. Prikaz izdelavnih časov za reprezentativno okno med preučevanimi tehnologijami**

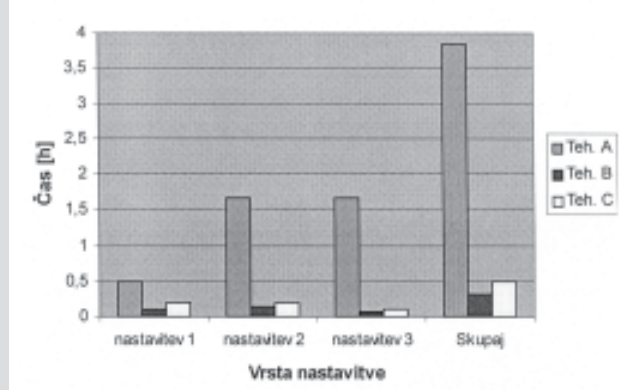
	Tehnologija A	Tehnologija B	Tehnologija C
Izdelavni čas okna [h]	0,0399	0,0496	0,0516
Izdelavni čas okna [min]	2,39	2,98	3,1
Razlika glede na obstoječo teh. [%]		20	23

□ **Preglednica 1. Pomembne tehnične razlike med preučevanimi tehnologijami**

Opis	Tehnologija A	Tehnologija B	Tehnologija C
Nastavitve strojev za obdelavo drugih elementov	Ročna nastavitve s pnevmatiko	Avtomatska nastavitve	Avtomatska nastavitve
Možnost uporabe rezil za različne programe oken	Potrebna je menjava rezil za vsako drugačno obdelavo	Omejena uporaba samo za en program oken	Ni omejeno, ker je možna avtomatska menjava orodja
Razmik med obdelovanci.	Razmik ni potreben	Je potreben manjši razmik	Je potreben večji razmik
Vzdolžni podajalni gonilni mehanizem na strojih	Gladka plošča z gornjim podajalnim trakom	Gladka plošča z gornjim podajalnim trakom	Členkasta veriga
Možnost obdelave ožjih obdelovancev kot pri standardni širini in debelini	Možnost obdelave ožjih elementov	Možnost obdelave ožjih elementov	Ni možna ožja obdelava elementov
Krmiljenje	Mehansko, NC	CNC	CNC



□ Slika 8. Primerjava izdelavnih časov med preučevanimi tehnologijami



□ Slika 9. Primerjava časov posameznih vrst nastavitve in skupnega časa nastavitve

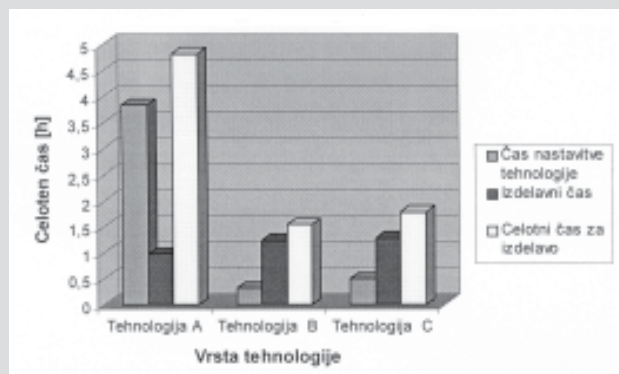
2.2.4. Primerjava časov nastavitve

Za primerjavo časov nastavitve smo vzeli skupni čas nastavitve posameznih vrst pri izdelavi serije oken. To pomeni, koliko časa je porabljenega za nastavitve 1, 2, 3, da se izdelajo okenski elementi za serijo oken (1 nastavitve dolžine), (2 manjše nastavitve), (3 večje nastavitve).

Skupni čas pa je skupni porabljeni čas za nastavitve tehnologije za izdelavo serije oken. Torej je seštevek vseh treh vrst nastavitve (1, 2 in 3 nastavitve).

Primerjava celotnih časov

Če združimo čas nastavitve in čase izdelave elementov za serijo 25 oken, dobimo celoten čas, porabljen za izdelavo elementov za serijo oken. V preglednici št.



□ Slika 10. Primerjava časa nastavitve, časa izdelave in skupnega celotnega časa izdelave

□ Preglednica 3. Prikaz časov posameznih vrst nastavitve

	Tehnologija A ·h·	Tehnologija B ·h·	Tehnologija C ·h·
Nastavitev 1	0,5	0,1	0,2
Nastavitev 2	1,67	0,14	0,2
Nastavitev 3	1,67	0,07	0,1
Skupaj	3,83	0,31	0,5

□ Preglednica 4. Prikaz celotnega časa za izdelavo elementov za serijo oken

	Tehnologija A ·h·	Tehnologija B ·h·	Tehnologija C ·h·
Čas nastavitve tehnologije	3,83	0,31	0,5
Skupni izdelavni čas	0,98	1,24	1,29
Celotni čas za izdelavo	4,83	1,55	1,79

4 in na grafikonu so prikazani časi nastavitve in izdelave posamezno in združeni skupaj pri posameznih tehnologijah

2.2.5. Primerjava stroškov

Na preglednici št. 5 so prikazani stroški izdelave okenskih elementov za preučevano serijo 25 oken. Razen stroškov obrabe rezil so drugi stroški odločujoči stroški pri izboru najustreznejše tehnologije. Zaradi preobremenjenosti prispevka izračunov ne navajamo.

Vpliv prilagodljivosti tehnologij na izdelovalne stroške

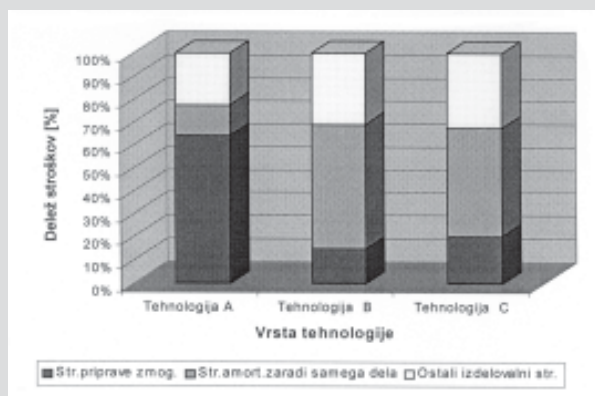
Če hočemo ugotoviti vpliv prilagod-

Preglednica 5. Prikaz odločujočih in neodločujočih izdelovalnih stroškov za serijo oken

Vrsta stroškov	Tehnologija A ·d.e.	Tehnologija B ·d.e.	Tehnologija C ·d.e.
Strošek amortizacije	362	286,9	277,9
Strošek dela pri nastavitvi tehnologije	64,3	5,6	9
Strošek električne energije	9,2	13,6	15,2
Strošek vzdrževanja	8,7	5,2	10,325
Strošek neposrednih plač	16,7	22,3	23,2
Strošek komprimiranega zraka in odsesovanja	0,8	1	1
Strošek obrabe rezil	88,7	88,7	88,7
Skupni izdelovalni stroški	550,6 d.e.	423,3 d.e.	425,5 d.e.
Skupni izdelovalni stroški na enoto	22 d.e./okno	16,9 d.e./okno	17 d.e./okno

Preglednica 6. Prikaz vpliva prilagodljivosti tehnologij na celotne izdelovalne stroške

Vrsta stroškov	Tehnologija A ·d.e.	Tehnologija B ·d.e.	Tehnologija C ·d.e.
Strošek amortizacije zaradi samega dela	74,8	229,6	200,3
Strošek priprave zmogljivosti	351,6	62,9	86,7
Drugi izdelovalni stroški	124,2	130,9	138,5
Delež priprave zmogljivosti -%	63,9	14,9	20,4



Slika 11. Delež priprave zmogljivosti in drugih deležev v celoti izdelovalnih stroškov

ljivosti tehnologije na celotne stroške, moramo stroške amortizacije razdeliti na dva dela, in sicer na del stroškov, ki nastane zaradi samega dela, in del zaradi nastavljanja tehnologije. Del stroškov amortizacije, prištet strošku nastavitve tehnologije (strošek dela delavcev pri nastavitvi), pa pomeni dejanski vpliv prilagodljivosti tehnologije oziroma stroške priprave zmog-

Prilagodljivost tehnologije pomembno vpliva na izbor najustreznejšega tehnološkega sistema. Prednosti bolj fleksibilnih tehnoloških sistemov se poka-

žejo pri nastavitvah oziroma pri menjavah izdelka. Zaradi različnih stroškov priprave zmogljivosti se pri določenem številu nastavitve tehnologije ob upoštevanju obsega proizvodnje tehnološki sistemi izenačijo.

Te izenačitvene točke so podane v preglednici št. 7 pri proizvodnji 25 oken (nad ločnico) in proizvodnji 150 oken (pod ločnico).

V preglednicah št. 8 in 9 je prikazana delitev odločujočih stroškov na stalne, spremenljive in omejene stalne stroške pri preučevani proizvodnji seriji 25 oken in pri

seriji 150 oken.

Na spodnjih grafikonih je prikazano gibanje stroškov preučevanih tehnologij pri izdelavi in pri nastavitvah. Vidijo se razlike med tehnološkimi sistemi v instalirani vrednosti (razlike v stalnih stroških), v proizvodnosti (razlike v porabi spremenljivih prvin in s tem spremenljivih stroških) in v prilagodljivosti (razlike v porabi prvin za pripravo zmogljivosti in s tem v relativno fiksnih stroških).

Stroškovni graf

Na skupnem stroškovnem grafu je prikazano gibanje celotnih odločujočih stroškov v odvisnosti od velikosti

Preglednica 7. Matrika potrebnega števila nastavitve pri proizvodnji 25 in 150 oken

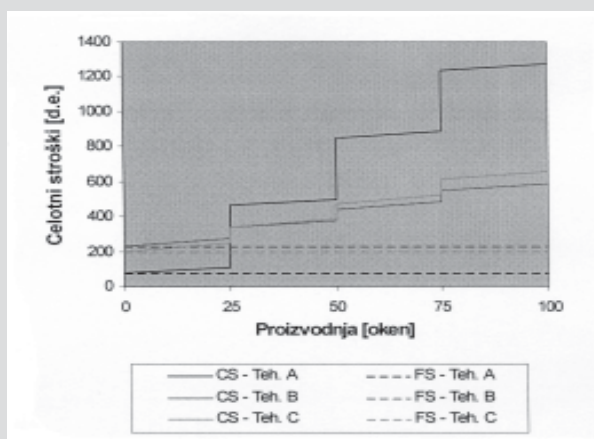
	Tehnologija A	Tehnologija B	Tehnologija C
Tehnologija A		0,56	0,52
Tehnologija B	3,4		0,92
Tehnologija C	3,2	5,4	

□ Preglednica 8. Delitev odločujočih stroškov med tehnologijami za serijo 25 oken

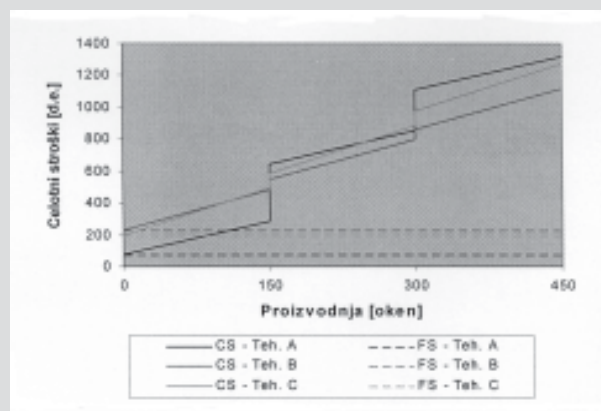
Vrsta stroškov	Tehnologija A ·d.e.·	Tehnologija B ·d.e.·	Tehnologija C ·d.e.·
Stalni stroški FS	74,8	229,6	200,3
Omejeno stalni stroški RFS	351,6	62,9	86,7
Spremenljivi stroški VS	35,5	42	49,8

□ Preglednica 9. Delitev odločujočih stroškov med tehnologijami za serijo 150 oken

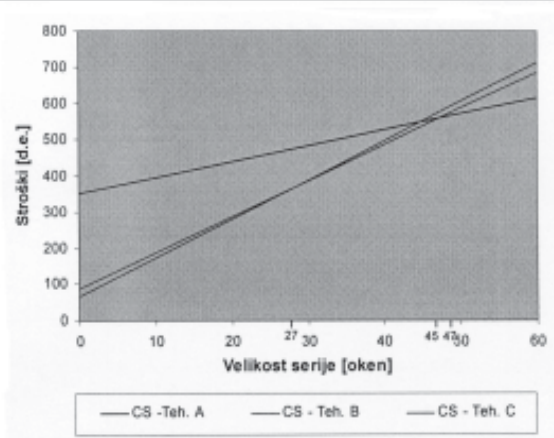
Vrsta stroškov	Tehnologija A ·d.e.·	Tehnologija B ·d.e.·	Tehnologija C ·d.e.·
Stalni stroški FS	74,8	229,6	200,3
Omejeno stalni stroški RFS	351,6	62,9	86,7
Spremenljivi stroški VS	213	252	298,5



□ Slika 12. Primerjava stroškov med tehnologijami pri preučevani proizvodni seriji



□ Slika 13. Primerjava stroškov med tehnologijami pri večji (aproximativno) proizvodni seriji



□ Slika 14. Skupni stroškovni graf vseh treh preučevanih tehnologij

2.2.5. Rezultati in sklepi

Izdelovalni časi

Izdelovalni čas okenskih elementov za izbrano okno (zunanjih dimenzij 119 × 139 cm) je najkrajši pri tehnologiji A. Tehnologija B ima za 24 % daljši izdelovalni čas, tehnologija C pa za 29 %. Do razlik prihaja zaradi potrebnega razmika med obdelovanci ob vstavljanju v stroj in nekoliko zaradi koeficienta dodatnega časa, kjer so upoštevani razni zastoji brez upoštevanja časa nastavitve tehnologije. Pri tehnologiji A se vstavljajo obdelovanci v stroj brez presledka. Pri novejših tehnologijah je potreben razmik obdelovancev, ker je potrebno štetje in zaznavanje začetka in konca posameznega elementa.

Časi nastavitve tehnologij

Konvencionalne tehnologije, kot je tehnologija A za izdelovanje okenskih elementov, so namenjene serijski proizvodnji. Zaradi tega je bil "zanemarjen" sistem za nastavljanje in menjavo rezil. Tudi kakovost izdelave postaja pomembnejša. Zato so časi nastavitve dolgi. Na drugi strani pa novejšje, bolj fleksibilne tehnologije, porabijo zelo malo časa za nastavitve.

serij vse treh preučevanih tehnologij. Na grafu so vidne tudi točke enake sprejemljivosti tehnologij. Pri tem so upoštevane razlike med tehnologijami v vrednosti naložb, prilagodljivosti in proizvodnosti in posredno v zanesljivosti delovanja.

V prispevku smo nastavitve tehnologije razdelili na tri dele in jih preučevali za izdelavo elementov, ki sestavljajo serijo oken. Nastavitve smo razdelili na nastavitev 1 (sprememba dolžine izdelovalnega elementa), nastavitev 2 (prehod iz izdelave pokončnika okvira ali krila na izdelavo prečnika) in nastavitev 3 (prehod z izdelave elementa okvira na izdelavo elementa krila). Pri tehnologiji A se največ časa porabi za nastavitve 2 in 3, ker je potrebna menjava rezil, čeprav je nastavitev 1 največ pri izdelavi elementov. Pri novejših tehnologijah pa vidimo, da ni velikih razlik v časih nastavitvev, ker so ti časi nizki in je uporabljena avtomatska menjava rezil in nastavitvev. Bolj fleksibilne tehnologije skupno največ časa porabijo za nastavitve 1, ker je teh nastavitvev največ.

Če primerjamo tehnologijo A in tehnologijo B, vidimo, da je čas nastavitvev pri obstoječi tehnologiji 12-krat daljši kot pri tehnologiji B. Razlika med tehnologijo B in C je za 61 % ugodnejša za tehnologijo B. Pri tem smo pa izhajali iz obstoječega stanja, ko se izdeluje en program oken hkrati, z možnostjo občasne vključitve drugega programa. V nasprotnem primeru, ko bi bila zahteva po izdelavi različnih programov oken hkrati, bi prišlo do razlik v prid tehnologije C, ki ima avtomatsko menjavo rezilnih glav.

Pri nastavitvi tehnologije se ne porablja samo čas oziroma delo, porabljajo se tudi druge prvine proizvodnega procesa.

Celotni izdelavni čas

Celotni izdelavni čas je najkrajši pri tehnologiji B in najdaljši pri tehnologiji A, zaradi časa nastavitve tehnologije. Tehnologija A ima za 3-krat

daljši celotni čas, tehnologija C pa za 15 % daljšega od tehnologije B.

Izbira velikost serije za preučevanje

Za preučevanje vpliva prilagodljivosti in za izbor najustreznejše tehnologije smo izbrali serijo oken-skih elementov, ki skupno sestavljajo 25 enakih oken. Velikost serije za preučevanje mora biti izbrana tako, da se čim bolj približa realnim razmeram. V bistvu moramo upoštevati konsenz med željami proizvodnje in željami prodaje. Če bi v našem primeru vzeli drugačno velikost serije, bi prišli do drugačnih rezultatov, ker so razlike med novejšima tehnologijama majhne.

Izdelovalni stroški

Odločujoči izdelovalni stroški za izbor tehnologij so: stroški amortizacije, stroški nastavitve tehnologije, stroški električne energije, stroški vzdrževanja, stroški neposrednih plač in stroški komprimiranega zraka ter odsosovanja. Neodločujoči izdelovalni stroški pa so stroški obrabe rezil.

Strošek amortizacije je v našem primeru najpomembnejši izdelavni in odločujoči strošek. Pri preučevanih tehnologijah vidimo, da tehnologija z najvišjo vrednostjo ne prinaša zmeraj najvišji strošek amortizacije glede na druge, cenejše tehnologije. Tehnologija A ima najnižjo instalirano vrednost, tehnologija B pa najvišjo, vendar pa je skupni strošek amortizacije v seriji največji pri tehnologiji A in najnižji pri tehnologiji B. Do takšne spremembe pride, ker je celotni čas pri tehnologiji A daljši zaradi veliko porabljenega časa za nastavitve tehnologije. Pri tem je pa pomembno, da je dražja tehnologija polno izkoriščena.

Strošek dela pri nastavljanju tehnologije je v korelaciji s skupnim časom nastavitve tehnologije. Tako vidimo, da ima tehnologija A te stroške najvišje, najnižje pa najbolj fleksibilna tehnologija, tehnologija B. Drugi stroški, ki so odvisni od obsega proizvodnje, to so stroški električne energije, stroški neposrednih plač, stroški komprimiranega zraka in odsosovanja, so najnižji pri tehnologiji A in najvišji pri tehnologiji C. Le stroški vzdrževanja so pri tehnologiji A višji od tehnologije B. Spremenljivi stroški so pri tehnologiji A najnižji zaradi relativno kratkega časa same izdelave in relativno majhne porabe teh prvin.

Strošek obrabe rezil je neodločujoči, a pomemben izdelovalni strošek. Pri tehnologiji A ima ta strošek 16 % delež celotnih izdelavnih stroškov, pri tehnologiji B 21 % delež in pri tehnologiji C 20 % delež.

Celotni izdelovalni stroški

Celotni izdelovalni stroški na enoto proizvoda so najnižji pri tehnologiji B, zaradi večje fleksibilnosti, boljšega krmiljenja in večje zanesljivosti pri obdelavi v primerjavi s tehnologijo C. Pri tehnologiji A pa zaradi majhnih serij nastajajo veliki stroški priprave zmogljivosti. Tehnologija C ima za 1 %, tehnologija A pa za 30 % višje izdelovalne stroške na enoto proizvoda (okno).

Vpliv prilagodljivosti na celotne izdelovalne stroške

Ugotovili smo že, da se pri nastavitvi tehnologije ne porablja samo čas oziroma delo, ampak se porabljajo tudi druge prvine proizvodnega procesa.

Če hočemo ugotoviti dejanski vpliv prilagodljivosti tehnologije na celotne stroške, moramo stroške amortizacije razdeliti na dva dela, in sicer na

del stroškov, ki nastane zaradi samega dela, in del, ki nastane zaradi nastavljanja tehnologije. Slednji del stroškov amortizacije, prištet strošku nastavitve tehnologije (strošek dela delavcev pri nastavitvi), pa pomeni dejanski vpliv prilagodljivosti tehnologije oziroma stroške priprave zmogljivosti.

Stroški priprave zmogljivosti so pri tehnologiji A 64 % vseh izdelovalnih stroškov. Ti stroški so torej višji kot vsi preostali stroški skupaj. Takšen delež stroškov priprave zmogljivosti, kljub relativno nizkih spremenljivih in stalnih stroških, pomeni prevelik del, da bi tehnologija A še bila konkurenčna v primerjavi z novejšimi tehnologijami.

Strošek priprave zmogljivosti je pri tehnologiji B 15 %, pri tehnologiji C pa 20 % vseh izdelovalnih stroškov. Ta razlika stroškov končno pomeni pomembno prednost tehnologije B.

Primerjava skupnih stroškov

Na grafu prilagodljivosti je prikazano gibanje stroškov pri delu in pri nastavitvah. Iz grafov je razvidno, da je število nastavitvev tehnologij lahko ključen dejavnik izbora najustrežnejše tehnologije. Pri aproksimativno določeni dnevni količini proizvodnje vidimo, da je potrebno število menjav pri obsegu proizvodnje elementov za 150 oken med novejšima tehnologijama pri 5,4. To pomeni, da je pri petih ali manj nastavitvah bolj ugodna manj fleksibilna tehnologija, tehnologija C, pri šestih ali več menjavah pa tehnologija B. Če pa je nastavitev manj od treh, je še vedno bolj ugodna tehnologija A, zaradi manjših stroškov amortizacije in visoke proizvodnosti.

Na skupnem stroškovnem grafu smo dobili tri točke enake sprejemljivosti

tehnologij in s tem tri območja, v katerih je posamezna tehnologija stroškovno najugodnejša. Ta točka enake sprejemljivosti upošteva štiri od petih osnovnih dejavnikov za izbor najustrežnejše tehnologije in sicer prilagodljivost, vrednost tehnologije, proizvodnost in posredno zanesljivost v delovanju tehnoloških sistemov. Organiziranost in s tem povezani stroški vezave sredstev smo pa vzeli iz odločitvenih dejavnikov, ker so serije majhne in ne prinašajo bistvenih stroškov vezave sredstev.

Do serije elementov, ki sestavljajo 28 oken, je najugodnejša tehnologija B. Od serije elementov za 28 oken pa do serije elementov za 47 oken je najugodnejša tehnologija C. Od tu naprej je pa najugodnejša tehnologija A.

Če primerjamo novejši tehnologiji med seboj, lahko ugotovimo, da je tehnologija B dražja, vendar bolj prilagodljiva, zanesljivejša v delovanju in bolj proizvodna od tehnologije C. Ker pa je viden tudi trend zmanjševanja serij, imajo dražji, bolj fleksibilni tehnološki sistemi vsekakor mesto v sedanjih in prihodnjih proizvodnih procesih.

Sklepi

- Na izbor najustrežnejšega tehnološkega sistema za izdelovanje okenskih elementov odločujoče vplivajo stroški amortizacije, stroški nastavitve tehnologije, stroški električne energije, stroški vzdrževanja, stroški neposrednih plač in stroški komprimiranega zraka in odsesovanja.*
- Izdelovalni stroški so seštev ek prej omenjenih odločujočih stroškov in stroška obrabe rezil. Pri preučevani seriji okenskih elementov za 25 oken je delež stroškov priprave zmogljivosti v skupnih izdelovalnih stroških pri*

tehnologiji A 64 %, tehnologiji B 15 % in tehnologiji C 20 %.

- Preučevani tehnološki sistemi se med seboj razlikujejo v vrednosti, v prilagodljivosti, v proizvodnosti in posredno v zanesljivosti delovanja. Točka enake sprejemljivosti upošteva vse štiri parametre in določa velikost serije pri kateri sta tehnološka sistema enako ustrezna. Točka enake sprejemljivosti med tehnologijo B in C je pri seriji 28 oken, med tehnologijo B in tehnologijo A je pri seriji 45 oken in med tehnologijo C in tehnologijo A je pri seriji 47 oken.*
- Pri predpostavljenem dnevnem obsegu proizvodnje je pri tehnologiji B potrebnih vsaj 6 nastavitvev tehnologij, pri tehnologiji C je ta interval med 5 in 4 nastavitvami. Tehnologija A je pa bolj ugodna od primerjanih tehnologij, če je nastavitev manj od 3 na dan.*
- Stroškovno najbolj ugodna tehnologija, pri izdelovanju okenskih elementov za celotno okno hkrati brez združevanja naročil, je tehnologija B.*
- Ob eventualni vključitvi v obstoječi proizvodni proces pri obstoječih proizvodnih pogojih bi stroškovno najbolj ustrezala tehnologija B ob polni izkoriščenosti razpoložljivih kapacitet, zaradi večje fleksibilnosti in večje proizvodnosti od tehnologije C.*

Literatura

- F. Bizjak**, Produktionsfunktion und Kostenfunktion bei flexibler Automatisierung der Produktion, Holz als Roh- und Werkstoff 48(1990)125-128, Springer Verlag 1990
- A. Potočnik**, Vpliv prilagodljivosti posameznih tehnoloških sistemov za izdelovanje okenskih elementov na celotne stroške. Visokošolska (strokovna) diplomska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2000
- F. Bizjak**, Kostensimulation zur Auswahl flexibler Produktionssysteme, Simulationstechnik 13. Symposium in Weimar, 1999, stran 85-94