

Милан Вукићевић

UDK: 684:65.015.2
Оригинални научни рад

ПРЕДВИЂАЊЕ ВРЕМЕНА ИЗРАДЕ КАО ОСНОВА ЗА СИМУЛАЦИЈУ ПОНАШАЊА ПРОИЗВОДНОГ СИСТЕМА У РЕАЛНИМ УСЛОВИМА

Извод: Непостојање тачних информација о величинама које детерминишу понашање производног система, генерише поремећаје у систему. Последица тога је мала ефикасност система и високи трошкови. Због тога је неопходно створити основу за предвиђање појединих величина и, на тај начин, омогућити симулацију понашања производног система у реалним условима. Информације о нормама времена имају посебну тежину. Оне су основа за планирање рокова и дефинисање дела директних трошкова. Савремени приступ утврђивања стандардних времена, мора бити постављен на новим темељима. Он мора да уважава специфичности садашњег тренутка, као и будуће тенденције у преради дрвета. То су динамичност производних система, условљена претежно прекидном производњом, као и неопходност кооперације производних система. Приступ утврђивању стандардних времена у овом раду је оригиналан, подржава савремене тенденције у преради дрвета и апликативног је карактера.

Кључне речи: време израде, стандардна времена, предвиђање, симулација

FORECASTING OF THE PROCESSING TIME AS THE BASE OF SIMULATION OF THE PRODUCTION SYSTEM BEHAVIOUR IN REAL CONDITIONS

Abstract: The absence of precise information on the magnitudes that determine the behaviour of the production system generates the disturbances of the system. The consequence is the low efficacy of the system and the high costs. Therefore, it is necessary to create the base for the prediction of individual magnitudes and thus enable the simulation of the production system behaviour in real conditions. The information on time norms has a special significance. It is the base of planning the terms and of defining a part of direct costs. Modern approach in the identification of standard times should be established on new foundations. It should appreciate the specificities of the present moment, as well as the future tendencies in wood processing. They are the production system dynamicity, conditioned predominantly by discontinuous production, as well as by the necessity of cooperation of the production systems. In this study, the approach to the identification of standard times is original, supporting the modern tendencies in wood processing and it has an applicative character.

Key words: processing time, standard times, forecasting, simulation

др Милан Вукићевић, рег. проф., Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

1. УВОД

Велика конкуренција на тржишту производа од дрвета и све израженији захтеви тржишта у погледу ексклузивности производа, тј. њихове израде у малим серијама, реалност су са којом се сусрећу производни системи у преради дрвета. Да би остали на тржишту и остварили профит, производни системи морају бити веома флексибилни и рационални у погледу трошења расположивих ресурса. Флексибилност подразумева екстремно скраћење припремно-завршних времена, врло кратке циклусе производње (операциони, технолошки и производни), итд. Профитабилност подразумева снижење директних и индиректних трошкова, итд. Један од основних предуслова за елиминисање поремећаја у функционисању производног система, или минимизацију ефеката поремећаја, је постојање тачних норматива рада по појединим технолошким операцијама. Реални нормативи рада, с једне стране, и израда производа појединачно, или у малим серијама, с друге стране, изгледају као нерешив проблем. Зашто? Познато је да се утврђивање времена израде, односно, технолошких и помоћних захвата може остварити на три начина, у зависности од начина њиховог извршавања:

- снимањем (хронометар, посматрач рада, камера) - ручни и машинско-ручни захвати;
- формулама - машински захвати;
- системима унапред одређених времена (СУОВ) - ручни захвати.

Примена формула је најједноставнија и омогућује информацију о трајању захвата на комадима који ће тек ући у производњу. Проблем је што се велики број захвата, пре свега, помоћних, не извршава машински.

Примена СУОВ је врло интересантна и, можда, би била идеално решење. Поред неупоредиве тачности, СУОВ имају и ту предност, јер дају информацију о трајању захвата на комадима који ће се накнадно појавити у производњи. У комбинацији са формулама, то би могло да буде идеално решење. Међутим, ова комбинација није, и не може бити идеална, из следећих разлога. Прво, утврђивање трајања машинско-ручних технолошких и помоћних захвата није покривено овим методама. Друго, колико год примена СУОВ изгледала једноставна и економски оправдана, она то није, поготово за случајеве појединачне и малосеријске производње.

Примена једне од техника снимања за утврђивање трајања захвата има значајна ограничења у условима појединачне и малосеријске производње. Прво, то је неопходност одигравања радње која треба да буде предмет снимања. Друго, величина узорка је недовољна да би се обезбедила сигнификантност на нивоу од 95(%)

Због ових, али и неких других разлога, прибегава се апроксимативном утврђивању норматива времена. То неминовно генерише поремећаје у производном систему (ПС) у виду појаве уских грла или недостатка посла, вишка или недостатка радника, итд. Такође, и израчунате цене производа нису реалне.

Проблем је изузетно значајан, због чега постоји ургентна потреба за његовим решавањем. Имајући у виду ограничења у примени СУОВ, и наведене недостатке технике снимања, намеће се питање могућности предвиђања трајања ручних и машинско-ручних захвата. Наравно, прихватљива грешка у том случају не би смела да изађе из оквира $\pm 5\%$. Предвиђање је могуће на основу довођења у везу трајања захвата и неког, или неких, показатеља карактеристика предмета обраде и/или технолошког поступка обраде. У литератури су сва времена добијена на основу доказане зависности позната под називом СТАНДАРДНА ВРЕМЕНА. Тачност овако добијених времена је $\geq 95\%$, с обзиром да се до њих долази статистичком обрадом врло великог броја снимака узетих из основног, коначно, великог скупа.

2. ЗАДАТАК РАДА

Стандардна времена, нема сумње, обезбеђују предвиђање трајања ручних и машинско-ручних захвата. Али, прекидна производња, као преовладавајући систем производње у преради дрвета, због неодговарајуће величине узорка, и даље представља проблем. Тај проблем је у ПС могуће решити на бази груписања комада, према неким критеријумима. Ти критеријуми би могли бити:

- карактеристике предмета рада;
- степен уједначености организације радног места и
- степен уједначености поступка извршења датог захвата.

На основу извршене анализе, у производном систему „ПС_х“, дошло се до закључка да је стандардно времен ручног помоћног захвата УЛАГАЊЕ, могуће добити за следеће техничке системе (ТС):

- вишевретену проточну бушилицу - M_{s_1} ;
- машину за фурнирање и обраду ивица - M_{s_2} .

Између ова два ТС постоји велика сличност када су у питању димензије комада, уређеност радног места и начин извршења технолошких и помоћних захвата.

Оба ТС организована су као парно радно место. Сама трансформација предмета обраде, тј. технолошки захвати извршавају се машински. Део помоћних захвата, тј. примицање комада, стезање, празан ход радних инструмената и сл., извршава се машински. Пуњење ТС, тј. помоћни захват УЛАГАЊЕ, извршава основни радник и то ручно стављајући комад на транспортер. На супротној страни ТС, налази се помоћни радник који прихвата обрађене комаде и одлаже их. Време тог помоћног захвата прекривено је временом УЛАГАЊА у ТС. С обзиром на принцип рада, јасно је да производност ТС зависи од основног радника. Због тога се поступак провере могућности добијања стандардних времена усмерава према основном раднику. Трајање помоћног захвата ОДЛАГАЊЕ, може и мора, бити једнако трајању помоћног захвата основног радника УЛАГАЊЕ.

Ако се изврши анализа карактеристика предмета рада који се обрађују на ова два ТС, може се закључити да су оне веома сличне.

Имајући у виду све ове сличности, може се поставити питање: Да ли, при истој уређености радног места, истим карактеристикама предмета рада и високом степену уједначености поступка извршења датог захвата, пресудан утицај на трајање помоћног захвата УЛАГАЊЕ, нпр. комада димензија $1,2 \times 0,6 \text{ m}$ има чињеница да ли је у питању M_{s_1} или M_{s_2} ?

Одговор је НЕ, НЕМА.

Све ово упућује на закључак да је снимање времена трајања помоћног захвата основног радника УЛАГАЊЕ код M_{s_1} и M_{s_2} могуће објединити.

Следећа етапа у добијању стандардних времена је постављање хипотезе. Захват УЛАГАЊЕ представља зависно променљиву величину, односну величину која се мења у зависности од промене неке друге величине, тј. независно променљиве величине. Та друга величина, тј. независно променљива величина могла би, логично је, бити површина комада (P), или запремина комада (V), или нека друга величина. Овим је створена могућност постављања две хипотезе:

– ХИПОТЕЗА 1. Између времена трајања помоћног захвата УЛАГАЊЕ у ТС (tp_r), зависно променљива величина, и површина комада (P), независно променљива величина, постоји стохастичка веза, односно:

$$tp_r = f(P); \dots \dots \dots (1)$$

– ХИПОТЕЗА 2. Између времена трајања помоћног захвата УЛАГАЊЕ у ТС (tp_r), зависно променљива величина, и запремина комада (V), независно променљива величина, постоји стохастичка веза, односно:

$$tp_r = f(V) \dots \dots \dots (2)$$

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

После постављања хипотезе, у наредној етапи је извршено пробно снимање и израчунавање величине узорка (N) за сваки поједини ТС:

$$N = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{G} \right)^2, \dots \dots \dots (3)$$

где је: Z - коефицијент поузданости ($Z=1,96$ за 95% вероватноћу), σ - стандардна девијација основног скупа и G - величина грешке (даје се у мери у којој је изражено и обележје на које се процена односи).

Пробни снимак обухватио је код оба ТС 10 (десет) различитих комада.

Вишевретенa проточна бушилица - M_{s_1}

Величина стандардне девијације износила је $\sigma=1,11 \text{ s}$.

Усвојена грешка износила је $G=0,2 \text{ s}$.

Величина узорка, односно број различитих елемената који је потребно обухватити снимањем, износи:

$$N = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{G} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \cdot 1,134}{0,2} \right)^2$$

$$N=124.$$

Машина за фурнирање и обраду ивица - M_{s_2}

$$N = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{G} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \cdot 0,843}{0,2} \right)^2$$

$$N=68.$$

После спроведених снимања дигиталном камером и анализе филма помоћу одговарајућег софтвера (Adobe Premiere 6.0 и Virtual Dub 1.6.1), добијено је нормално трајање захвата. Затим су извршене регресиона и корелациона анализа. Корелациона анализа треба да да одговор, на бази одређених тестова, код које линије је веза најјача, односно која независна променљива на најбољи начин дефинише промену зависно променљиве величине УЛАГАЊЕ у машину (tp_r).

На бази извршене статистичке обраде, програм STATGRAPHICS Centurion XV, установљено је да промену трајања захвата УЛАГАЊЕ у машину (tp_r), зависно променљива величина, најбоље описује промена површине (P), независно променљива, и то као линеарна зависност:

$$tp_r = 0,00107087 \cdot P + 4,59982 \text{ [s]}, \dots \dots \dots (4)$$

где је P - површина [cm^2].

Коефицијент корелације је $k=0,800704$.

Како је P процена из табеле за анализу варијансе мања од 0,05, то значи да је статистичка значајност везе између ове две променљиве на нивоу од 95%.

Добијени израз могуће је, у наредном периоду при непромењеним условима извршења операција на ова два ТС, у датом ПС користити за предвиђање трајања помоћног ручног захвата УЛАГАЊЕ. Акцент се у раду даје на могућност предвиђања времена, јер се производни процеси размештају не само у простору, него и у времену. То значи, да је само на основу истражених и доказаних чињеница, односно информација, могуће симулирати понашање ПС, и на основу тога минимизирати поремећаје у раду.

Изостанак информација, или њихова нетачност, са аспекта управљања ПС, чине управљачки систем отвореним, што доводи до ентропије (распада) ПС. Према томе, прераду дрвета очекује сложен и важан посао. Добијање квалитетних информација о величинама које детерминишу понашање ПС, и развој оптималног управљачког система. Тек онда, може се говорити о флексибилности ПС и њиховој високој профитабилности.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Један од основних постулата организације производње је да се процес, који се дели у простору, све више поклапа у времену. Да би се овај постулат остварио, неопходно је да постоји одређена подела рада између учесника у процесу производње неког производа, као и њихова сарадња (кооперација). Међутим, да би оваква производња била ефикасна, неопходно је задовољити одређене услове, тј. опште прихваћен утрошак ресурса (материјал, време, енергија), трошкове, квалитет и рокове. При томе, време има двоструки значај. Оно је директан трошак и елемент на основу кога се дефинишу рокови.

Уколико је време нереално, биће и цена производа и рок реализације производње нереални. Управо због тога, у условима кооперације, неопходан је излазак из оквира једног производног система, односно стварање основе за ширу примену СВ у преради дрвета. Не треба гајити илузије да је то могуће остварити брзо и лако. Али, не треба ни одлагати почетак једног тако озбиљног и значајног посла. Овај рад требало би да представља нуклеус једног савременог приступа организацији и управљању производним системима у преради дрвета, који би задовољио динамичност прераде дрвета.

Напомена: Рад је финансирало Министарство науке и заштите животне средине Р. Србије у оквиру реализације пројекта ВТН-361005А

ЛИТЕРАТУРА

- Алексов И., Вукићевић М. (1987): *Стандардна времена израде основа за планирање и рационално коришћење производних капацитета у преради дрвета*, Шумарство 3-4, СИТШИПДС, Београд
- Алексов И., Вукићевић М. (1988): *Прилози проучавању времена израде на тврочној или шруичари*, Дрвна индустрија 9-10, Загреб
- Барнес Р. (1964): *Студија покрета и времена*, Панорама, Загреб
- Бенић Р. (1971): *Организација рада у дрвној индустрији*, Знање, Загреб
- Вукићевић М. (1994): *Организација производње*, Практикум за проучавање времена и покрета у преради дрвета, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Вукићевић М. (1989): *Истраживање стандардних времена захвата код трачне пиле трупчаре*, Дрвна индустрија 9-10, Загреб
- Вукићевић М. (2005): *Студија рада*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Петровић Б., Ћулић М. (1980): *Проучавање и мерење рада*, Привредно финансијски водич, Београд
- Сердар В., Шошић И. (1981): *Увод у статистику*, Школска књига, Загреб
- Таборшак Д., Бухберггер Ц. (1966): *Студија рада*, Вараждин
- Таборшак Д. (1971): *Студија рада*, Техничка књига, Загреб
- Фигурић М. (1987): *Организација рада у дрвној индустрији*, Шумарски факултет свеучилишта у Загребу, СИТШИПДС, Загреб

Milan Vukićević

**FORECASTING OF THE PROCESSING TIME AS THE BASE OF SIMULATION OF
THE PRODUCTION SYSTEM BEHAVIOUR IN REAL CONDITIONS**

Summary

One of the basic postulates of the organisation of production is that the process, which is divided in space, is increasingly overlapping in time. To realise this postulate, there should be the division of labour among the participants in the production process, as well as their cooperation. However, for the production to be efficient, it is necessary to satisfy the determined conditions, i.e. the generally accepted consumption of resources (material, time, and energy), costs, quality and deadlines. In this, the time has a double significance. It is a direct cost and the element based on which the deadlines are defined. If the time is unreal, both the product price and the deadline of production realisation are unreal. For this reason, in the conditions of cooperation, it is necessary to leave the frameworks of one production system, i.e. the creation of the base for a wider application of SV in wood processing. One should not cherish the illusion that it can be realised readily and easily. But also the beginning of such a serious and significant activity should not be postponed. This study should be a nucleus of a modern approach to the organisation and management of wood industry production systems, in order to satisfy the dynamicity of wood processing.

