

KRITÉRIÁ ROZVRHOVANIA A URČENIE ICH SEKVENCIE PRE TVORBU HEURISTICKÉHO MODELU ROZVRHOVANIA VÝROBY PRE LISOVŇU V SPOLOČNOSTI SLOVMAG, A.S. LUBENÍK

THE CRITERION OF SCHEDULING AND SPECIFICATION OF SEQUENCE FOR CREATION OF THE HEURISTIC MODEL OF SCHEDULING OF THE PRODUCTION FOR PRESSROOM IN COMPANY SLOVMAG, A.S. LUBENIK

Dušan Dorčák¹

¹ Slovmag, a.s. Lubeník

Abstrakt: *Prezentovaná práca sa zaoberá aplikáciou kritérií rozvrhovania a určenia sekvencií pre tvorbu heuristického modelu rozvrhovania výroby pre lisovňu v spoločnosti Slovmag, a.s. Lubeník. Pri riešení bola použitá heuristická „metóda postupného uplatňovania kritérií“. Diagram vzájomných vzťahov určuje sekvenciu kritérií.*

Kľúčové slová: *heuristická metóda, kritériá, diagram vzájomných vzťahov, rozvrhovanie, výroba*

Abstract: *Presented thesis deals with application criteria of scheduling and specification sequence for creation of the heuristic model of the scheduling of the production for pressroom in company SLOVMAG, a. s. Lubeník. The heuristic method „Method of consistend apply criterions“ was applicated in solving. The Interrelationship diagram defines sequence criteria.*

Key words: *Heuristic method, criteria, Interrelationship diagram, scheduling, production.*

1. ÚVOD

Pri riešení konkrétnych úloh tvorby výrobného rozvrhovania, najmä ak má úloha veľký rozmer (veľký počet strojov, výrobkov, časových jednotiek), a sú na ňu kladené matematicky ťažko definovateľné obmedzenia, je ťažké, a niekedy aj nemožné zostrojiť matematický model.

1. INTRODUCTION

It is difficult and sometimes even impossible to create mathematical model in case of solving concrete tasks for scheduling of a production especially in the case of large size of tasks (large number of facilities, products and time units) and in the case of mathematically

Heuristické metódy predpokladajú modelovanie princípov procesu spracovania informácií realizovaných človekom na rôznych stupňoch jeho činnosti a pri riešení rôznych úloh. Na tomto princípe sa vytvorí heuristický model (HM).

V heuristických algoritmoch sa používa princíp „presných vývodov“, t.j. po heuristickom vytvorení rozhodovacieho pravidla nasleduje jeho presné – analytické uplatnenie. Tento postup nazývame „heuristické rozhodovanie“.

Pre tvorbu modelu rozvrhovania výroby pre lisovňu v spoločnosti Slovmag, a.s. Lubeník je zvolená heuristická metóda, metóda ciest, „postupné uplatňovanie kritérií“.

V tomto článku sú rozobraté kritériá rozvrhovania, ktoré v najväčšej miere ovplyvňujú výrobné rozvrhovanie, plánovanie.

Slovmag, a.s. Lubeník je najväčším výrobcom žiaruvzdorných – magnezitových tehál na Slovensku a jeho výrobná kapacita ho radí k jedným z najväčších v Európe. Vznikol po privatizácii bývalého podniku Slovenské magnezitové závody, š. p. Košice v apríli 1994.

2. KRITÉRIÁ ROZVRHOVANIA

Problém rozvrhovania výroby v SLOVMAG-u je veľmi obsiahly. Vstupuje tu množstvo parametrov, predpisov, faktorov a zaužívaných postupov. Všetky ovplyvňujú výrobu, ako jej smer, tak aj jej ekonomiku. Pre riešenie problému je výhodné aplikovanie metódy postupného uplatňovania kritérií, ktorá je založená na myšlienke pretransformovania viackritériálnej optimalizácie na jednokritériálnu podľa hlavného kritéria optimality (HKO), a ostatné kritériá sa stanú pravidlami pri konštrukcii heuristického modelu [1]. Postup výroby stavív je zobrazený v schéme č.1.

hardly definable limitations. Heuristic methods supposes modelling of the principles of processing information realised by men in different levels of their activities and of solving different tasks. Heuristic model (HM) is created of this principle.

The principle of “accurate outputs” is used in heuristic algorithms i.e. accurate – analytical application is followed after heuristic created decision rule. This procedure is called “heuristic decision-making”.

It is chosen heuristic method – “method of gradual criterion application” for creation of a model for production scheduling tasks for pressroom in company Slovmag a.s. Lubeník.

In this article the criteria of scheduling are described, which in the grades deal influence the production scheduling and planning.

Slovmag, a.s. Lubeník is the biggest producer of the heat-resistant magnesite bricks in Slovakia and its production capacity classified it to one of the biggest in Europe. It was established after the privatisation of former company Slovenské magnezitové závody š. p. Košice in April 1994.

2. THE CRITERIA OF SCHEDULING

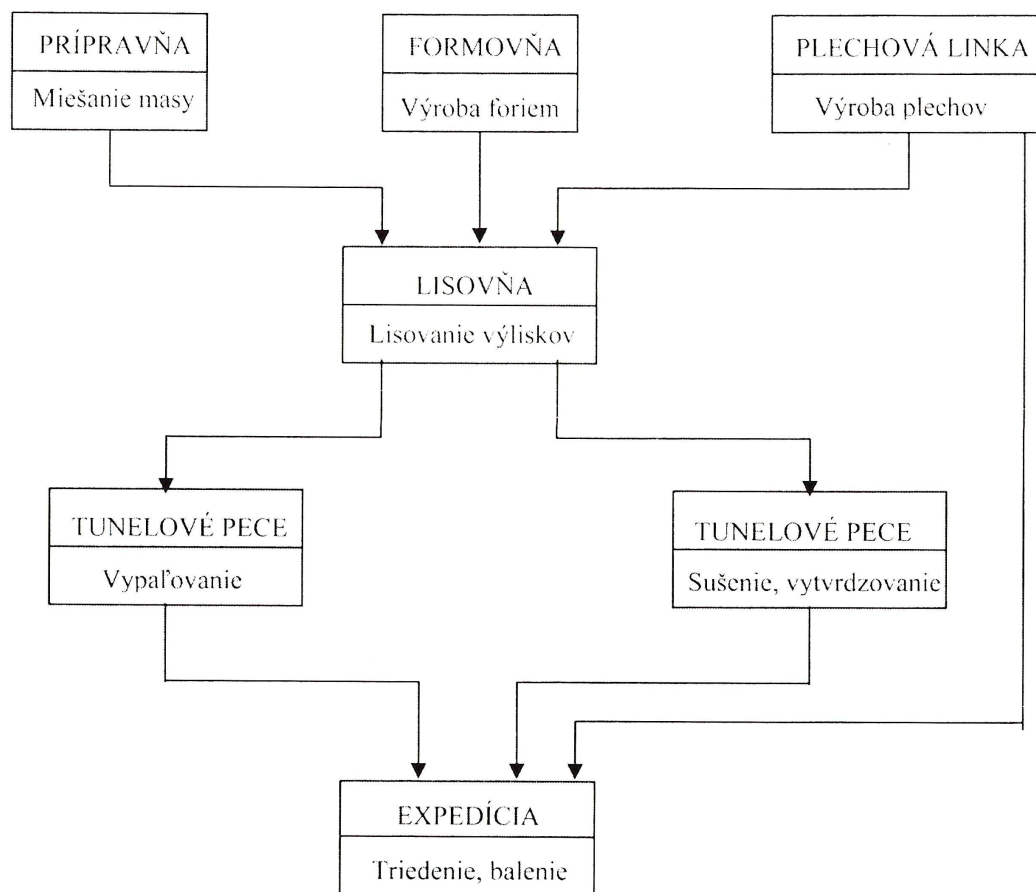
The problem of production scheduling in SLOVMAG is very wide. It is influenced by many parameters, rules, factors and used approaches. All these influence the production, such as the direction and economics. Thus method of gradual criterion application is suitable for solution of this problem, which is based on the idea of transformation of multi-criteria optimization to single-criterion optimization – in accordance with main optimality (MOC) and other criteria will become the rules for heuristic model construction [1]. The progress of production of building materials is described in the diagram 1.

Zvolené kritériá:

- K1 – Určenie hlavnej a vedľajšej technológie
- K2 – Splnenie termínu ukončenia výroby zákazky (Due date)
- K3 – Využitie vyrobených lisovacích foriem
- K4 – Vytáženost' tunelových pecí
- K5 – Plynulá zmena vypaľovacej teploty v tunelových peciach
- K6 – Minimalizácia nákladov

Determined criteria:

- K1 – Determination of the main and secondary technology
- K2 – Keeping Due date term of order
- K3 – Using the already existed press moulds
- K4 – Making the most use of tunnel furnaces
- K5 – Ability of changing the temperature in tunnel furnaces smoothly
- K6 – Costs minimizing



Obr. 1 Postup výroby stavív

Fig. 1 The progress of production of building materials

K1 - Hlavná a vedľajšia technológia.

Pre podporu rozvrhovania výroby (vyhotovenie výrobku) je nevyhnutné priradiť každému sortimentu (chemické zloženie) a pozícii (tvar) jeden hlavný a jeden, resp. dva vedľajšie technologické postupy. Tieto postupy popisujú postupné spracovanie výrobku na jednotlivých

K1 - Main and Secondary Technology

It is important to assign to each assortment (chemical consistency) and to position (shape) one main and one secondary approach to support production scheduling (production of a product). These approaches describe processing of a product in each facility, beginning in

zariadeniach, prípravňou počínajúc a expedíciou končiac. Hlavným podkladom sú výkonové normy pre lisovňu. V nich sú zapracované všetky pozície a sortimenty, doposiaľ vyrábané pre jednotlivé lisy.

Norma obsahuje:

- sortiment a pozíciu
- lisovanie na lisoch
- popis práce lisiara (ov)
- normatív (dĺžka vylišovania jedného tvarového prvku v minútach)
- norma výliskov (ks/smenu)

Pre všetky výrobky je navrhnutá „Prirad'ovacia tabuľka“, v ktorej ku každému sortimentu s danou pozíciou je vypracovaný jeden hlavný technologický postup (lis s najväčším počtom výliskov za smenu), a druhý vedľajší technologický postup.

Dalším dôležitým faktorom pri výbere hlavnej a vedľajšej technológie je situovanie lisov a tunelových pecí v hale na výrobu základných stavív.

K2 - Splnenie termínu ukončenia výroby zákazky (Due date)

Výrobok objednaný na objednávke má svoj výrobný postup, ktorý určuje aj výrobný cyklus, t.j. minimálny čas od začiatku výrobného procesu po jeho ukončenie. Pri zaraďovaní zákazky do lisovacieho programu, je potrebné daný výrobok zaradiť v predstihu do výrobného procesu tak, aby bol dodržaný jeho termín dodania zákazníkovi.

Uplatňovaním tohto postupu pre všetky zákazky sa objednané výrobky rozdelia do príslušného lisovacieho programu bez zohľadnenia kapacít, podľa požiadaviek zákazníka. Vytvorenie postupnosti podľa termínu ukončenia výroby.

Bežne vyrábané výrobky sú rozdelené do troch kategórií, pre ktoré je určený spoločný čas dĺžky výrobného cyklu. Tento čas vyjadruje prechod prvej dávky výrobku (reprezentovanej veľkosťou tunelového voza, resp. visutého vozíka) celým výrobným cyklom. Najdlhšie sa

preparatory room and finishing in shipping room. Production norms of Pressroom are the main basements. There are listed all positions and assortments, which have been made for each pressroom.

Norm includes:

- Assortment and position
- Pressing by press facilities
- Work description of (a) worker(s)
- Regulation (how much the pressing of one shaped item takes in minutes)
- Norm of pressed products (number per ship)

It is proposed for all products the “Co-ordination tablet”, in which is developed one main technological progress (press-machine with the largest number of products per shift) and secondary technological progress to each assortment with its position.

Next important factor while choosing the main and secondary technology is layout of press-machines and tunnel furnaces in hall for production of basic building materials.

K2 - Keeping Due Date Term of Order

The ordered product has its own production progress, which is determined by production cycle, i.e. minimal time from the beginning of the production process to its finishing. While putting on an order to pressing programme, it is necessary to put on a product in advance to production process to keep due date.

All orders will be sorted to certain pressing programme by application of this progress without respect to capacities, according to customer's requirements. That is creation of consecutiveness according to Due date.

Commonly produced products are classified to three categories, for which is determined time of taking the production cycle. This time represents passing through, the first dose of a product (represented by the length of tunnel vehicle or suspended vehicle), all the production cycle. The longest period of production is

zdrží výrobok v tunelovej peci (až 1/2 celého trvania výroby t.j. 5 – 7 dní). Radenie tunelových vozov pred tunelovou pecou a následné vychladenie po prejení tunelovej pece trvá približne 2 – 3 dni. Na triedenie a balenie môžeme počítať 1 - 2 dni. Nezohľadňujeme tu čas výroby novej formy, ktorý sa pohybuje od 2 do 6 týždňov.

tunnel furnace (up to 1/2 of all production cycle i.e. 5 – 7 days). Setting of tunnel vehicles in front of tunnel furnace and consecutively cooling-off after passing through the tunnel furnace takes about 2 – 3 days. Sorting and packing can take about 1 - 2 days. There is no respect to time for creating of new form, which takes between 2 and 6 weeks.

Tabuľka 1 Dĺžka výrobného cyklu
Table 1 Time of production cycle

Vysokopálené stavivá	10 – 12 dní
Nízkopálené stavivá	8 – 10 dní
Nepálené stavivá	5 – 6 dní

K3 - Využitie vyrobených lisovacích foriem

Formovňa nadväzuje bezprostredne na potreby lisovne. Tu sa vyhotovujú formy pre všetky lisy všetkých vyrábaných pozícií. Pre rôzne typy lisov je potrebné vyrobiť rôzne modifikácie foriem rovnakých tvarov.

V katalógu pozícií (Katalóg výrobných príkazov) sú uvedené všetky vyrábané pozície od jednoduchých pravouhlých tvarov až po zložené (rôzne zaoblené prvky, klíny,...). Doba vyrobenia pre jednotlivé lisy nie je rovnaká a rôzne sú aj náklady na ich vyhotovenie. Najrýchlejšie a najlacnejšie sa vyrobí jednoduché formy – pravouhlé tvary. Formy podľa tvaru výrobku je možné rozdeliť do troch základných kategórií a následne určiť dĺžku výroby formy.

K3 - Using the already existed press moulds

Moulding room is directly connected to requirements of pressroom. There are produced moulds for all types of produced positions. It is necessary to make different modifications of moulds with the equal shape for different types of press-machines.

There are listed all produced positions, from simple rectangular shapes to complicated (many oval items, wedges) in catalog of positions (Catalog of production commands). Period of production of each press-machine is not equal and also there are different costs of operation. Production of simple forms – rectangular shapes is the fastest and the cheapest. It is possible to divide forms to three basic categories according to their shape and consequently it is possible to determine production time.

Tabuľka 2 Dĺžka výroby foriem
Table 2 Time of production of forms

FORMA	DĹŽKA VÝROBY V TÝŽDŇOCH
1 – SL 2 – SL +1 – SL:	2
2G6 – SMAG P201 – SL 20 ZC – SL:	4
U645 – SL D7N – SL KKWH – SL:	6

Dĺžka výmeny formy na lise trvá približne 4 hodiny, výmena celej pozície 8 hodín. Životnosť formy je zhruba odlisovanie 15000 kusov výliskov.

Stavy foriem:

1. Vyrobená forma, pripravená na lisovanie: (FN – forma nová)
2. Vyrobená forma, pripravená na lisovanie: (FP – použitá forma)
3. Vyrobená forma, nainštalovaná na lise: (FI – forma inštalovaná)
4. Objednaná forma na vyrobenie: (FO – forma objednaná)

K4 - Vytváranie tunelových pecí

Aj keď sú tunelové pece č. 1 – 2 a č. 3 – 4 z technického vyhotovenia rôzne, z technologického hľadiska sú rovnocenné. V súčasnosti sú v prevádzke TP č. 2 a TP č. 3. Spravidla je v prevádzke len jedna pec z dvojice (podľa zákazkovej náplne). Pre kontinuálne vypaľovanie surových výliskov v peciach je potrebné v lisovni zabezpečiť sústavný prísun surových výliskov naložených na tunelových vozoch. Je neekonomické a po technickej stránke veľmi škodlivé vyhasínanie a následné zapaľovanie prevádzky tunelovej pece. Pri nedostatku tunelových vozov, neefektívne stúpa spotreba zemného plynu (nizky výkon), pri opätovnom zapaľovaní, resp. zvyšovaní teploty musíme počkať, kým sa celá pec nahreje na požadovanú teplotu – nižšie tlačenie tunelových vozov, nižší výkon.

Nadmerný prísun tunelových vozov pred tunelovou pecou spôsobuje obtiažne zoradovanie tunelových vozov do súprav, k dispozícii sú len obmedzené priestory, koľaje. Prevádzka lisovne je v 3 zmenách po celých 5 pracovných dňoch, pri väčšom množstve zákaziek sa zabezpečuje lisovanie aj cez soboty, resp. nedele. Tunelové pece sú v prevádzke nepretržite 7 dní v týždni.

Podľa rýchlosti vypaľovania v tunelových peciach (počet vypálených vozov za deň) vieme určiť počet vozov, ktoré by mali byť pripravené na vypálenie, resp. zásobu tunelových vozov na dni, kedy sa nelisuje.

The period of replacing the forms in press-machine takes approximately 4 hours, replacing of whole position – approximately 8 hours. The lifetime of a form is approx. 15,000 pieces of pressed products.

States of forms:

1. Made form, ready for pressing: (FN – form new)
2. Made form, ready for pressing: (FP – form used)
3. Made form, installed in press-machine: (FI – form installed)
4. Ordered form to be prepared: (FO – form ordered)

K4 – Making the use of tunnel furnaces

However, the tunnel furnaces (TF) No. 1 – 2 and No. 3 – 4 are technically different, they are technologically the same. Nowadays TF No. 2 and TF No. 3 are running. Usually only one furnace from the couple is running (it depends on orders).

It is necessary to provide uninterrupted supply of raw press products, which are loaded in the tunnel vehicles for continuous burning of raw press products. It is not economical and also technically very harmful repeated turning off and on the performance of the tunnel furnace. When there is lack of tunnel vehicles the consumption of natural gas non-effectively rises (low power), when the TF starts its performance or when it needs to be more heated we have to wait until whole furnaces is heated enough – lower frequency of entered vehicles, lower power.

Excessive movement of tunnel vehicles in front of tunnel furnace causes difficult setting tunnel vehicles to sets, there is limited places – railways. The performance of pressroom is in three shifts during 5 working days, when there is bigger number of orders performance is provided also during the Saturdays or even Sundays. Tunnel furnaces run uninterruptedly 7 days per week.

Rýchlosť pálenia v peciach je závislá od výšky vypaľovacej teploty (vysoko pálené stavivá sa vypaľujú dlhšie) a množstva pripravených výliskov pre vypaľovanie. Slabé pokrytie objednávok – zníženie rýchlosti posunu tunelových vozov v tunelovej peci, resp. vysoké pokrytie objednávok – zvýšenie.

K5 - Plynulá zmena vypaľovacej teploty v tunelových peciach

Výška teploty výpalu a dĺžka vypaľovania v tunelových peciach sa riadi pokynom technológa.

Plynulou zmenou vypaľovacej teploty v tunelových peciach dosiahneme:

- vyššiu priechodnosť počtu tunelových vozov pecou,
- nižšie náklady na vykurovanie (zemný plyn),
- vyššiu kvalitu výrobkov,
- dlhšiu trvanlivosť tunelovej pece - výmurovky,
- menšie nároky na reguláciu, riadenie

Plynulú zmenu vypaľovacej teploty je možné zabezpečiť:

- Pri rozvrhovaní jednotlivých zákaziek na lis (lisovanie tvarových prvkov v nižšou vypaľovacou teplotou ako prvé a postupne lisovať tvarové prvky, ktoré je potrebné vypaľovať pri vyšších teplotách, resp. lisovanie vysokopálených tvarových prvkov na začiatku obdobia a postupne lisovanie nízkopálených tvarových prvkov).
- Zoradovanie tunelových vozov pred tunelovými pecami do súprav, ktoré sa vypaľujú pri rovnakej teplote.

K6 – Minimalizácia nákladov

Hlavné kritérium, ktoré jednoznačne určuje spôsob výroby je minimalizácia nákladov. Jedná sa o ekonomické kritérium, ktoré bude implicitne splnené, keď postupne aplikujeme všetky kritériá v zvolenom poradí. Keď budú všetky zvolené kritériá parciálne optimalizované, výsledok všetkých speje ku globálnej minimalizácii.

It is possible to determine number of vehicles, which should be ready for burning i.e. a kind of storage for days where pressing is not provided, from the speed of burning in tunnel furnaces (number of vehicles per day). Speed of burning in furnaces depends of the burning temperature (high-burnt materials are burning longer) and of the number of prepared pressed products for burning. Low coverage of orders – decreasing of movement speed of tunnel vehicles in tunnel furnace, or vice-versa, high coverage of orders – increasing of movement.

K5 - Ability of changing the temperature in tunnel furnaces smooth-flowingly

Temperature of burning and period of burning is directed by the commands of a technologist.

Smooth-flowing change of burning temperature in tunnel furnace can be achieved:

- Higher movement of the number of tunnel vehicles,
- Lower costs for burning (amount of natural gas),
- Higher quality of products,
- Higher lifetime of tunnel furnaces - masonry,
- Lower requirements for regulation, control.

Smooth-flowing change of burning temperature can be obtained by:

- Scheduling of certain orders to press-machines (pressing of items, which will be burnt with low temperature as the first and then pressing items, which will be burnt with higher temperature, or vice-versa pressing the high-burnt materials at the beginning and then pressing low-burnt materials).
- Ordering of tunnel vehicles to sets, which are burnt in the same temperature.

Toto kritérium nevystupuje v kritériálnej funkcii.

3. ZOSTROJENIE SIETE KRITÉRIÍ POMOCOOU ZADEFINOVANÝCH VÄZIEB MEDZI KRITÉRIAMI

Pre zostrojenie siete kritérií, v tomto prípade zvolené kritériá, je potrebné zadefinovať jednotlivé väzby medzi nimi (body znázorňujú kritériá, hrany väzby). Tie sú nasledovné:

- **A** $\longleftrightarrow$ Antagonistická väzba
- **N** $\longrightarrow$ Technologicky nadväzná väzba
- **P** $\longrightarrow$ Podporná väzba

Popis väzieb medzi kritériami:

K1 $\longleftrightarrow$ K6
 K2 $\longleftrightarrow$ K6
 K3 $\longleftrightarrow$ K6
 K4 $\longleftrightarrow$ K6
 K5 $\longleftrightarrow$ K6

Kritérium K6 „minimalizácia nákladov“ podporuje všetky zvolené kritériá. Ich aplikácia na množinu zákaziek rozvrhuje výrobky do výrobného cyklu za minimálnych nákladov. Každé jedno kritérium optimalizuje rozvrhovanie pri minimalizácii nákladov na výrobu.

K1 $\longleftrightarrow$ K2

Kritérium „Due date“ podporuje kritérium „určenie hlavnej a vedľajšej technológie“. Pre určenie najneskoršieho dátumu začiatku výroby danej zákazky určujeme hlavnú, resp. vedľajšiu technológiu výroby.

K6 – Costs minimizing

The main criterion, which certainly determines the way of production is the costs minimizing. It is the economical criterion, which will be implicitly fulfilled, when all criteria will be applied in chosen order. When all chosen criteria will be partially optimised, result of all will reach the global minimizing. This criterion is not represented in criterion function.

3. DESIGNING OF CRITERION NETWORK BY DEFINED BONDS AMONG THE CRITERIA

It is necessary to define all bonds among the criteria (points are the criteria and edges are the bonds) to design criterion network for our chosen criteria. These are as follows:

- **A** $\longleftrightarrow$ Antagonistic bond
- **N** $\longrightarrow$ Technologically consequential bond
- **P** $\longrightarrow$ Supporting bond

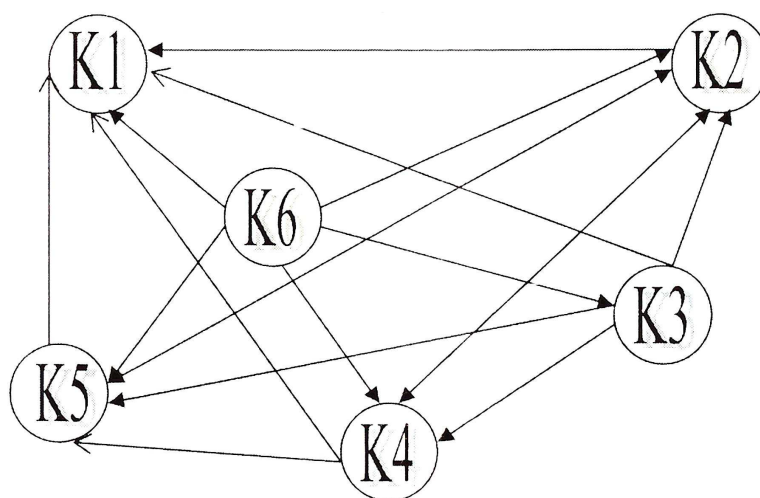
Description of bonds among criteria:

K1 $\longleftrightarrow$ K6
 K2 $\longleftrightarrow$ K6
 K3 $\longleftrightarrow$ K6
 K4 $\longleftrightarrow$ K6
 K5 $\longleftrightarrow$ K6

The criterion K6 “costs minimizing” supports all chosen criteria. Their application to group of orders schedules products into production cycle while costs minimizing. Each criterion optimises scheduling and keeping minimal costs.

K1 $\longleftrightarrow$ K2

The criterion “Due Date” supports criterion “Determining of the main and secondary technology”. It determines the main or secondary technology of production for defining the latest term of beginning of production of certain order.



Obr. 2 Sieť kritérií
Fig. 2 Criterion network

K1 ←—— K3

Kritérium „určenie hlavnej a vedľajšej technológie“ technologicky naväzuje na kritérium „využitie výrobných foriem“. Jednotlivé lisy sa obsadzujú tými zákazkami ako prvými, na ktoré je pripravená forma. Keď nie je vyrobená lisovacia forma na danú zákazku pre hlavnú technológiu, ale je pripravená pre lis, ktorý je určený ako vedľajšia technológia, určíme pre výrobu tento lis.

K1 ←—— K4

Kritérium „určenie hlavnej a vedľajšej technológie“ technologicky naväzuje na kritérium „vyťaženosť tunelových pecí“. Pri nedostatočnom vyťažení niektorej tunelovej pece musíme preniesť výrobu na ten typ lisu, ktorý vyťahuje túto pec, bez ohľadu na hlavnú technológiu. To platí len pre pálené stavivá. Pri nepálených väzba medzi týmito kritériami neexistuje.

K1 ←—— K5

Kritérium „určenie hlavnej a vedľajšej technológie“ technologicky naväzuje na kritérium „plynulá zmena vypaľovacej teploty“. Podobne ako v predchádzajúcom bode.

K2 ←—— K3

Kritérium „využitie lisovacích foriem“

K1 ←—— K3

The criterion “Determining of the main and secondary technology” is technologically linked with the criterion “usage the press moulds”. Each press-machine is loaded by such an order (as the first) to which mould is prepared. If a mould is not prepared to certain order for the main technology and it is prepared for press-machine which is defined as secondary technology, the production will be performed by the press machine.

K1 ←—— K4

The criterion “Determining of the main and secondary technology” is technologically linked with the criterion “making use of tunnel furnaces”. If there is not enough usage of a tunnel furnace, the production have to be continued by this press-machine, which can supply loads for this tunnel furnace without reflection to technology. It is valid for burning material only. When there are non-burning materials the bond, between this criteria, does not exists.

K1 ←—— K5

The criterion “Determining of the main and secondary technology” is technologically linked with the criterion “Smooth - flowing change of burning

podporuje kritérium „Due date“. Due date nám určuje najneskorší termín začatia výroby, ale pre lepšie využitie formy, vyššiu racionalizáciu výroby, sa môže začať s výrobou aj skôr, t.j. keď je nainštalovaná forma, môžeme vylisovať zákazku, ktorú stačí lisovať neskôr. Pred dátumom dodania zákazka počká na expedovanie v sklade.

K2 $\longleftrightarrow$ K4

Kritériá „Due date“ a „vyťaženosť tunelových pecí“ sú v rozpore. Pri dodržaní jedného by sa nemohlo splniť druhé. Rozvrhnutím zákaziek podľa Due date by sa mohla spôsobiť nevyťaženosť tunelových pecí v období, kedy nemáme rozvrhnutú žiadnu, alebo len minimálnu výrobu. Problém sa rieši pridelením priority. To platí len pre pálené stavivá. Pri nepálených väzba medzi týmito kritériami neexistuje.

K2 $\longleftrightarrow$ K5

Kritériá „Due date“ a „plynulá zmena...“ sú v rozpore. Rozvrhnutím výroby podľa Due date by sa len veľmi ťažko dosiahla plynulá zmenu vypaľovacej teploty v tunelových peciach. Problém sa rieši pridelením priority. Platí len pre pálené stavivá. Pri nepálených väzba medzi týmito kritériami neexistuje.

K3 $\longrightarrow$ K4

Kritérium „využitie vyrobených lisovacích foriem“ (FN, FI, FP) podporuje kritérium „vyťaženosť tunelových pecí“. Množstvo a typ týchto foriem určuje množstvo riešení pre zabezpečenie vyťaženia tunelových pecí.

K3 $\longrightarrow$ K5

Kritérium „využitie vyrobených lisovacích foriem“ podporuje kritérium „plynulá zmena vypaľovacej teploty“. Podobne ako v predchádzajúcom bode.

K4 $\longrightarrow$ K5

Kritérium „vyťaženosť tunelových pecí“ technologicky podporuje kritérium

temperature...“ It is similar as in previous case.

K2 $\longleftarrow$ K3

The criterion “usage of the press moulds” supports the criterion “Due date“. Due date determines the latest term of beginning of the production, but for better usage of the mould, production can start even sooner, i.e. when it is installed the mould, in which can be pressed an order, which should be done later. Before the date of delivery it will wait in storage.

K2 $\longleftrightarrow$ K4

The criteria “Due date“ and “making the use of tunnel furnaces“ are in discrepancy. If the first is fulfilled, the second is not. Scheduling of orders according to due date can cause losses in performance of tunnel furnaces, when there is not scheduled many or any minimal production. The problem is solved by assignment of the priority. It is valid for burnt materials. When there are non-burning materials the bond, between this criteria, does not exist.

K2 $\longleftrightarrow$ K5

The criteria “Due date“ and “Smooth-flowing change...“ are in discrepancy. It can be hard to achieve smooth-flowing change of burning temperature while scheduling of orders according to due date. The problem is solved by assignment of the priority. It is valid for burnt materials. When there are non-burning materials the bond, between this criteria, does not exist.

K3 $\longrightarrow$ K4

The criterion “Using the already existed press mould“ (FN, FI, FU) supports the criterion “making the usage of tunnel furnaces“. Amount and type of these moulds determine the number of solutions for making the most usage of the tunnel furnaces.

K3 $\longrightarrow$ K5

The criterion “usage of already press moulds“ supports the criterion smooth-

„plynulá zmena vypaľovacej teploty“. Až po dosiahnutí dostatočného množstva výrobkov na vypaľovanie môžeme začať rozmýšľať o spôsobe regulácie zmeny vypaľovania v tunelových peciach.

4. URČENIE SEKVENCIE KRITÉRIÍ PRE POTREBY ĎALŠEJ APLIKÁCIE

Sekvenciu kritérií určíme pomocou Interrelationship diagramu – vzájomných väzieb. Výstup z kritéria ovplyvňuje iné, má preto vyššiu váhu.

flowing change of burning temperature”. It is the similar as in previous case.

K4 —————> K5

The criterion “making the use of tunnel furnaces “ technologically supports the criterion “smooth-flowing change of burning temperature“. Only if it is achieved enough amount of products to be burnt it is possible to start thinking about the way of temperature regulation in tunnel furnaces.

4. SPECIFICATION OF SEQUENCE OF THE CRITERIA FOR NEEDS OF THE OTHER APPLICATION

Sequence of the criteria is specified by Interrelationship diagram. Output from the criterion influences others, that is why, it has bigger weight.

Tabuľka 3 Interrelationship diagram.

Table 3 Interrelationship diagram

Kritériá	Výstup z kritérií	Vstup do kritéria	Výpočet	Poradie
$K(i)$	O váha (i), nech $i=2$	I váha (j), nech $j=1$	$K(i)*O(i)+$ $K(i)*I(j)$	.
K1	0	5	5	V.
K2	1	2	4	VI.
K3	4	1	9	II.
K4	2	2	6	III.
K5	1	3	5	IV.
K6	5	0	10	I.

Vyhodnotenie tabuľky a celého riešenia podľa navrhnutých kritérií určilo nasledovné poradie – sekvenciu – uplatňovania kritérií pre rozvrhnutie výroby v lisovni:

1. Hlavné kritérium „Minimalizácia nákladov“ – implicitne dodržané pri aplikácii ostatných
2. Kritérium „Využitie vyrobených lisovacích foriem“

Results from the tablet and all resolution by proposed criteria show the following order – sequence – assertion of the criteria for scheduling the production in pressroom:

1. The main criteria “Minimizing the costs“ – implicitly fulfil at application of others
2. The criteria “Usage of already prepared existed press moulds”

3. Kritérium „Využitie tunelových pecí“
4. Kritérium „Plynulá zmena vypaľovacej teploty v tunelových peciach“
5. Kritérium „Určenie hlavnej a vedľajšej technológie“
6. Kritérium „Splnenie termínu ukončenia výroby zákazky – Due date“

5. ZÁVER

Efektívnosť výroby je v podstatnej miere závislá od jej riadenia. Jedna z ciest skvalitnenia, objektivizácie a kvalifikácie riadiacich činností, medzi ktoré patrí aj plánovanie výroby, je ich automatizácia, ktorá sa zatiaľ najmä z dôvodu neexistencie vhodných metód a modelov uplatňuje v nich veľmi málo.

Východiskom pre tvorbu metód aplikovaných pri automatizácii riadiacich činností je heuristika. Pre rozvrhovanie výroby v lisovni spoločnosti Slovmag, a.s. Lubeník sa využila metóda „postupného uplatňovania kritérií“. Zvolené kritériá sa v súčasnom období javia ako najdôležitejšie. Proces ich rozširovania je otvorený, t.j. je možné navrhovať a popisovať iné kritériá. Rozhodujúcim faktorom rozvrhovania je zvolenie sekvencie (postupnosti) kritérií, ktoré sa v ďalšom kroku aplikujú na technologické zariadenia za účelom vytvorenia výrobného plánu pre určitú periódu plánovania.

The criteria “Making the use of tunnel furnaces“

3. The criteria “Smooth-flowing change of burning temperature in tunnel furnaces“
4. The criteria “Determination of main and secondary technology“
5. The criteria “Keeping Due date term of order“

5. CONCLUSION

Effectiveness of production is in great deal dependent of its management. One of the way of improvements, objectiveness and qualifications of managing activities, planning is also included, is its automation, which is used inside it very rarely due to lack of proper methods and models.

The starting point for creation of methods applied in automation of managing activities is heuristics. The method of “gradual criterion application” was used for creation of production scheduling tasks for pressroom in company Slovmag a.s. Lubeník. Chosen criteria seem to be the most important at present. The process of their expanding is open, i.e. it is possible to propose and describe other criteria. Critical factor of scheduling is choosing the sequence (order) of the criteria, which are applied in technological facilities within next step to create production plan for certain period of planning.

Literatúra / References

- [1] Dorčák, D.: Tvorba modelu rozvrhovania výroby, Príspevok k riešeniu vybraných problémov modelovania a riadenia homogénnych výrobných procesov, Expres Publicit, Košice, 1999 ISBN 80-7099-448-7
- [2] Malindžák, D.: Výrobná logistika I. Štroffek, Košice 1996, ISBN 80-967636-6-0.
- [3] Malindžák, D., Spišák, J.: Aplikácia približných metód v modelovaní a riadení banských procesov. 13th International conference on automation in mining, ICAMC'98, ASRTP'98, High Tatras, SR, Sep. 8 – 11, 1998.
- [4] Pidd, M.: Tools for thinking (Modeling in management science), John Wiley and Sons, New York, 1996.
- [5] Prasertsan, S., Theppaya, T., Prateepchaikul, G., Kirirat, P.: Study towerds energy saving in brick making. Part 3: Experiment verification and operation strategy, PERIC International Energy Journal v 18 n 2 Dec. 1996. p 113-128, ISSN 0857-6173
- [6] SLAVIA DATA, a.s.: Informační systém řízení hmotných toku v a.s. SLOVAMG Lubeník. Praha, január 1996.
- [7] SLOVMAG, a.s. Lubeník: Detailný technologický predpis pre závod bázičkých staví
- [8] Spišák, J.: Použitie operatívneho plánu ako východiska pri budovaní logistickej koncepcie podniku, Zborník z konferencie ICSP'98, 22.-24.9.1998, Tatranské Matliare, Slovensko,

Reviewal / Recenzia: prof. Ing. Dušan MALINDŽÁK, CSc.