

Vytváranie rezných plánov

RNDr. EVA ZIGOVÁ, Ústav systémového inžinierstva priemyslu Bratislava, pobočka Zvolen

Opisuje sa algoritmus vytvárania rezných plánov vhodný pre dva spôsoby rezania formátovacích zariadení.

V súčasnej dobe preniká výpočtová technika aj do riadenia procesov drevárskych výrob. V dôsledku ponorej ceny aglomerovaných materiálov a nízkej výtaže pri formátovaní, vystupuje do popredia snaha o získanie optimálnych rezných plánov.

V podstate ide o zostavenie úlohy lineárneho programovania a o jej riešenie simplexovou metódou. Základným problémom je tu vytvorenie „vhodných“ rezných plánov, t. j. takých, ktoré daná formátovacia píla je schopná porezať. Údaje, ktoré k tomuto účelu potrebujeme poznat, sú:

1. rozmery základného formátu (čo je vyrábaná veľkosť dosky), a to šírku a dĺžku,

2. počet rôznych veľkostí prírezov požadovaných z tohto základného formátu,

3. rozmery (šírka, dĺžka) a počty pre každý požadovaný prírez,

4. poradové číslo prírezu, ktorý sa nesmie otáčať.
i-ty rezný plán predstavuje vektor:

$$\begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{pmatrix}$$

kde a_{ij} predstavuje násobnosť j -teho prírezu pri i -tom reznom pláne, $j = 1, \dots, m$, kde m je počet prírezov, $i = 1, \dots, n$, kde n je počet vytvorených rezných plánov.

Príklad 1:

Máme základný formát rozmerov 500×800 mm a požadujeme z neho prírezy:

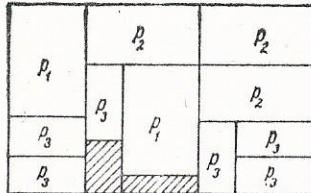
$$p_1 : 200 \times 300 \text{ mm}$$

$$p_2 : 150 \times 300 \text{ mm}$$

$$p_3 : 100 \times 200 \text{ mm}$$

Rezný plán môže vyzerať napr. takto, v prípade, že sa prírez p_3 môže otáčať:

$$\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix}$$



Po vytvorení množiny vektorov „vhodných“ rezných plánov pre všetky rozmery základného formátu toho istého druhu (t. j. rovnakej hrúbky, povrchovej úpravy a farby), simplexovou metódou vyberieme optimálne tak, aby sme minimalizovali odpad:

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i = \min,$$

kde c_i je cena odpadu pri realizácii i -teho rezného plánu a x_i je násobnosť i -teho rezného plánu, za podmienok:

$$\sum_{i=1}^n [a_{ij} x_i] = b_j$$

$j = 1, \dots, m$, $x_i \geq 0$, $m \geq n$, b_j je požadovaný počet z j -teho prírezu.

Algoritmus

Vytváranie rezných plánov je kombinatorická úloha veľkého rozmeru a obvykle sa viaže na možnosti použitia formátovacieho zariadenia. Algoritmus, ktorý budeme ďalej opisovať, zahrňuje dva spôsoby formátovania, a to:

1. formátovanie do rovnobežných pásov, pričom každý pás sa potom delí zvlášť už len v smere kolmom,

2. formátovanie s kombináciami kolmých a vodorovných pásov (rezov), pričom vždy prvý rez vo zvyšku základného formátu je priebežný. Pásy sa ďalej delia len v smere kolmom.

Smer rezu zahrnieme ako tzv. príznak rezu, napr. 1 kolmý rez, 0 vodorovný rez (na čo stačí jeden bit bunky; môže byť znamienkový, pretože všetky údaje, ktoré budeme pamätať, budú kladné). Zostavíme dva druhy tabuľiek rezných plánov:

1. tabuľka vektorov rezných plánov pre simplexovú metódu,

2. tabuľka všetkých krokov, ktoré potrebujeme k naokresleniu rezných plánov a k vytvoreniu diernej pásky pre formátovacie stroje s prípadným diernopáskovým vstupom.

Tabuľka 1:

príznak rezu,	šírka rezu
	šírka rezu kolmého na predchádzajúci počet rezov tejto šírky

šírka rezu
počet rezov
oddelovač rezov

oddelovač rezov
oddelovač rezných plánov

Tabuľka 2, k príkladu 1:

1	200 mm
	300 mm
	1
	100 mm
	1
0	oddelovač rezov
	150 mm
	300 mm
	1
1	oddelovač rezov
	100 mm
	200 mm
	1
1	oddelovač rezov
	200 mm
	300 mm
	1
0	oddelovač rezov
	150 mm
	oddelovač rezov
1	100 mm
	oddelovač rezov
	100 mm
0	oddelovač rezov
	oddelovač rezných plánov

Časti algoritmu

1. Volba maximálneho počtu prírezov (ozn. k) obsadených na jednom reznom pláne.

Výpočet $2 \cdot (2m)^k$ čo je hrubý odhad počtu všetkých rezných plánov. m^k je počet k -tic z m druhov prírezov, 2^k je počet k -tic z prvkov 1, 0 t. j. kolmého a vodorovného rezu.

Porovnanie s maximálne povoleným počtom rezných plánov.

Test na správnosť k t. j. či sa zvestí aspoň k najmenších prírezov na základný formát.

2. Usporiadanie prírezov od najväčšieho podľa plošných údajov.

3. Vytvorenie jednej k -tie: $p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1k}$, zo všetkých možných k -tie, bez zmeny poradia, zo zadaných prírezov p_1, p_2, \dots, p_m . Ide o variáciu s opakovaním a ich počet je m^k . Vytvorenie ďalšej k -tie, ak niektorý prírez z k -tie bol vylúčený.

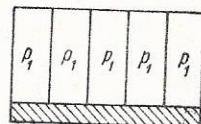
4. Volba príznakov kolmého a vodorovného rezu čiže k -tie z dvoch prvkov 0, 1. V prípade 1 spôsobu formátovania volí sa len jedna k -tice 0, 0, ..., 0, alebo 1, 1, ..., 1. Ak môže mať rezný plán zlom, volí sa časť k -tie ako samé 0 a časť k -tie ako samé 1. V prípade, že môžu existovať v reznom pláne všetky kombinácie kolmých aj vodorovných rezov, volíme 2^k k -tie z dvoch prvkov 1, 0.

5. Vytvorenie jedného rezného plánu z k -tie p_{11}, \dots, p_{1k} a z k -tie príznakov rezu, pričom skontrolujeme či je možné všetky prírezy z k -tie v tomto smere roztažiť. Každý pás (kolmý alebo vodorovný) obsadíme prírezom, ktorý bol k nemu určený tolkokrát, tolkokrát sa zmestí a zvyšok pásu obsadíme prírezom rovnakej šírky (aj po prípadnom otočení, ak je možné) zo zadanej k -tie, ak je to možné. Doplniť plochu môžeme aj prírezom vybraným zo všetkých ostatných prírezov, len v tom pripade nedodržíme zvolené k . V opačnom pripade zvyšok pásu považujeme za odpad. Taktôto postupujeme pre každý prírez k -tie. Zvyšnú plochu základného formátu doplnujeme cyklicky, a to tak, ako sme postupovali na začiatku. Ak to už nie je možné, doplnujeme zvyšnú plochu od toho príreza z k -tie, ktorý sa tam prvý zmestí v tom smere rezu, ktorý je preň určený. Ak to nie je možné, skúsime ešte doplniť zvyšnú plochu iným prírezom zo zadaných, pravda, opäť zmeníme zadanú veľkosť k . V opačnom pripade považujeme túto plochu za odpad.

Možnosť, že sa rezný plán zopakuje nastáva vtedy, ak sa nezmestí celá k -tice prírezov na základný formát hned v prvom cykle, alebo ak k -tie tvorí len jeden prírez.

Napr., ak máme určenú päťicu prírezov: p_1, p_1, p_1, p_3, p_4 , rozmerov: $p_1 : 100 \times 250 \text{ mm}$,
 $p_3 : 300 \times 300 \text{ mm}$,
 $p_4 : 300 \times 350 \text{ mm}$,

základný formát rozmerov $300 \times 500 \text{ mm}$ a päťicu príznakov rezov 1, 1, 1, 0, 1 podarí sa nám v prvom cykle umiestniť len p_1, p_1, p_1 v smeroch 1, 1, 1. Druhý cyklus opakujeme od prvého p_1 a tým dostaneme ten istý rezný plán ako z päťice p_1, p_1, p_1, p_1 a z príznakov 1, 1, 1, 1, 1:



Takýto rezný plán porovnáme s plánmi, ktoré sme už predtým vytriedili pre možnosť opakovania. V prípade, že sa tam ešte nevyskytuje, zaradíme ho medzi tieto plány. Rezný plán z príkladu 1 je vytvorený z trojice prírezov p_1, p_2, p_3 a z trojice príznakov 1, 0, 1. Takýto rezný plán sa pri vytváraní rezných plánov týmto algoritmom viackrát nevyskytne.

6. Výpočet ceny odpadu, ktorý zostane zo základného formátu pri jeho formátovaní podľa tohto, práve vytvoreného, rezného plánu. Podľa toho zaradíme alebo vyradíme tento plán. Rezný plán, ktorý obsahuje len prírez jedného rozmeru, ponechávame s akýmkolvek odpadom.

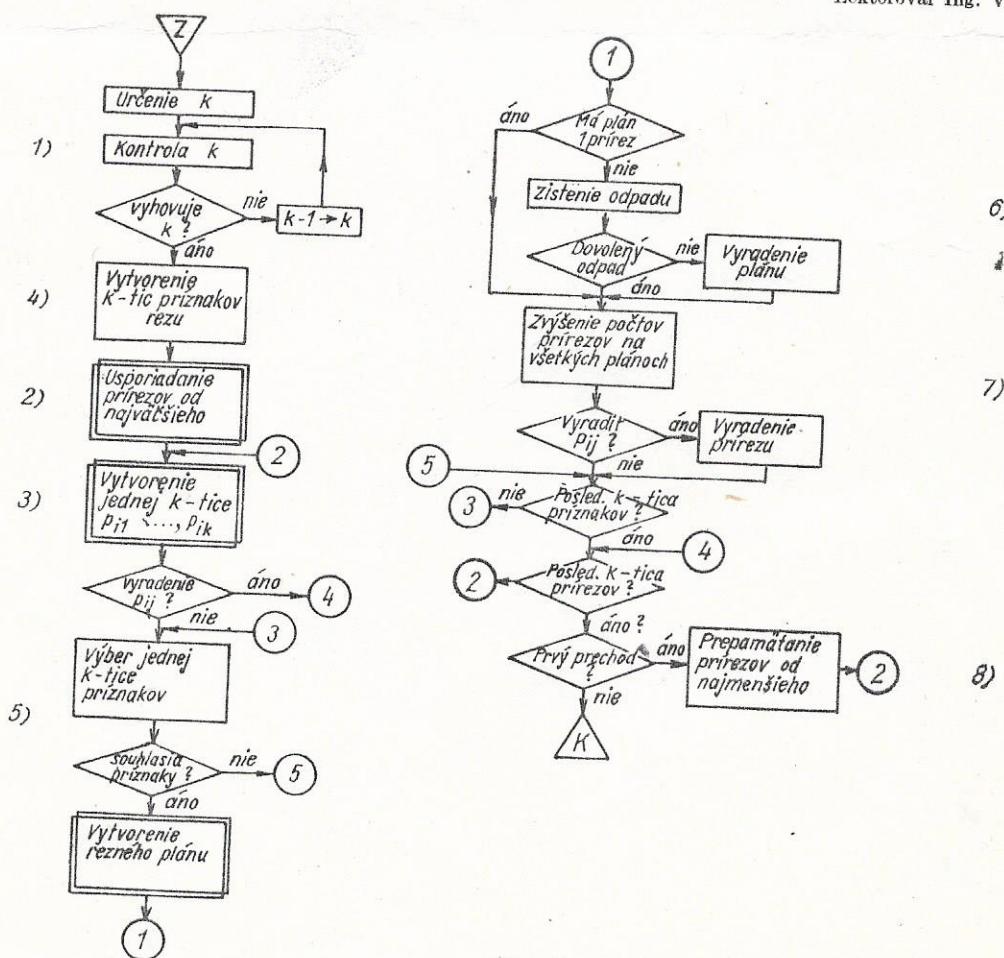
7. Určenie celkového počtu prírezov $p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1k}$ obsažených na všetkých doteraz urobených rezných plánoch a vylúčenie toho príreza z ďalších kombinácií, ktorý sa často vyskytuje na rezných plánoch.

8. Usporiadanie prírezov p_1, \dots, p_m od najmenšieho podľa plochy a zopakovanie algoritmu od časti 3. Preto je hrubý odhad počtu rezných plánov vytvorených týmto algoritmom určený vzorcem $2(2m)^k$.

Vytvorené rezné plány tvoria množinu vektorov, z ktorej simplexovou metódou vyberieme optimálne.

Záverom uvádzame vývojový diagram algoritmu (obr. 1).

Lektoroval Ing. Vladimír Bandouch



Obr. 1. Vývojový diagram algoritmu