

OPTIMIZACIJA RAZREZA NAVITKOV BLAGA V OBLAČILNI INDUSTRIJI

Miro Gradišar

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede Kranj, 64000 Kranj, Prešernova 11

Povzetek

V članku je opisana uporaba računalniškega programa RADIS za optimiziranje razreza navitkov v oblačilni industriji. Ključne besede: problem nahrbtnika, enodimenzionalni razrez, računalniški program, oblačilna industrija

Abstract

The article describes the use of the computer program RADIS for optimizing of material rolls cutting in clothing industry. Keywords: knapsack problem, one-dimensional cutting, computer program, clothing industry



1 Uvod

Začetna faza v tehnološkem postopku izdelave oblačil v oblačilni industriji je razrez materiala v obliki navitkov blaga. Pri tem nastajajo neželeni ostanki, ki jih je težko v celoti koristno uporabiti. Problem zmanjševanja neželenih ostankov blaga srečamo v oblačilni industriji dvakrat: pri oblikovanju krojnih slik in pri rezanju krojnih slik iz navitkov.

Krojna slika je pravokotne oblike in običajno narisana na papirju. Širina pravokotnika je enaka širini navitkov blaga. Širina navitkov blaga je standardna in za posamezen delovni nalog običajno enaka. Dolžina pravokotnika pa je odvisna od števila in velikosti krojnih delov, ki sestavljajo določeno oblačilo. Krojni deli, kot na primer hlačnica, rokav, žep itd., so v splošnem nepravilnih oblik in so položeni na pravokotno površino tako, da je neizkoriščenih delov površine čim manj in je krojna slika čim krajša. Posamezen tip oblačila se izdeluje v večjih serijah, ki jih sestavlja več skupin enakih izdelkov. Skupine se razlikujejo po velikostnih številkah, barvi in materialu. Ker je število različnih in različno velikih krojnih delov zelo veliko, bi bila ena sama krojna slika predolga. Za posamezen tip oblačila v okviru posameznega delovnega naloga je zato potrebno izdelati več krojnih slik. Število različnih krojnih slik je največkrat med 3 in 8.

Dobljene, različno dolge krojne slike je nato potrebno v različnem številu zahtevanih kosov oziroma listov odrezati iz navitkov blaga. Pri tem razumemo pod pojmom rezanje krojne slike le to, da odrežemo iz navitka, ki ima enako širino kot krojna slika, tako dolg kos materiala, kot je dolžina krojne slike. V obeh primerih, tako pri oblikovanju krojnih slik kot pri rezanju le-teh iz navitkov, je možno uporabiti računalniške rešitve.

V prvem primeru gre za dvodimenzionalno razporejanje elementov nepravilnih oblik na čimmanjšo površino. Z

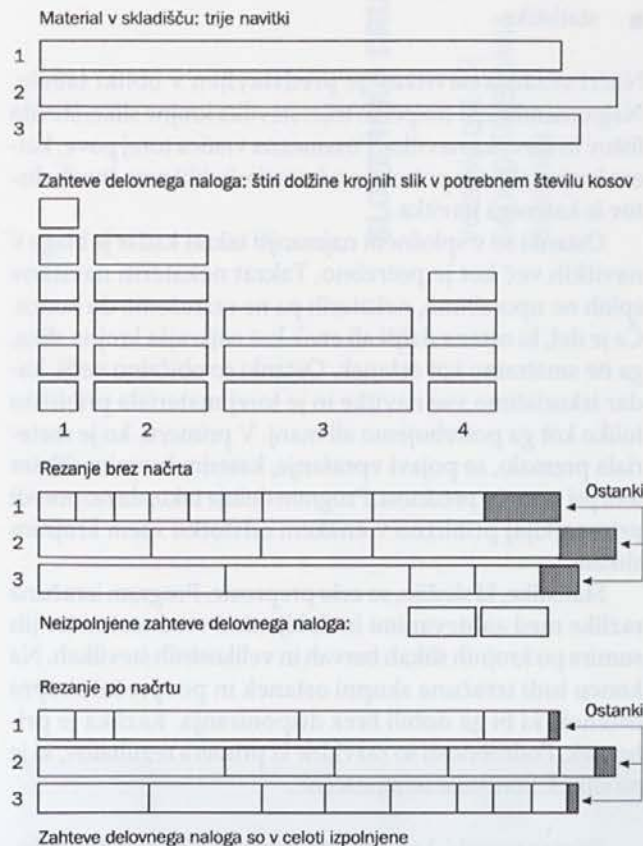
matematičnega vidika gre tu za izredno kompleksen problem, ki ga je težko rešiti z algoritmi, ki bi delovali v realnem času ter ne bi sloneli na pomembnih poenostavitvah in kompromisih. Namesto popolne računalniške avtomatizacije se v praksi uveljavljajo rešitve, kjer ima človek oziroma uporabnik pomembno vlogo. Določene segmente v procesu razporejanja lahko človek izvede bolje od računalnika. Računalnik uporablja le kot orodje, s katerim je delo lažje in hitreje.

V drugem primeru pa je možna in smiselna popolna računalniška avtomatizacija. Problem optimalnega enodimenzionalnega razreza navitkov glede na ostanek spada v množico tako imenovanih nedeterministično polinomsko polnih problemov, ki jih v praksi ne moremo rešiti zaradi njihove prevelike prostorske ali časovne kompleksnosti in so zato neobvladljivi. Vendar pa je možno najti hevrstično podoptimalno rešitev v obliki računalniškega programa, ki človekove sposobnosti v splošnem prekaša in preoblikuje slabo strukturiran problem razreza v popolnoma strukturiran. Vloga človeka je omejena le na vnos podatkov in nastavljanje parametrov. V članku bomo opisali praktično uporabo takšnega programa.

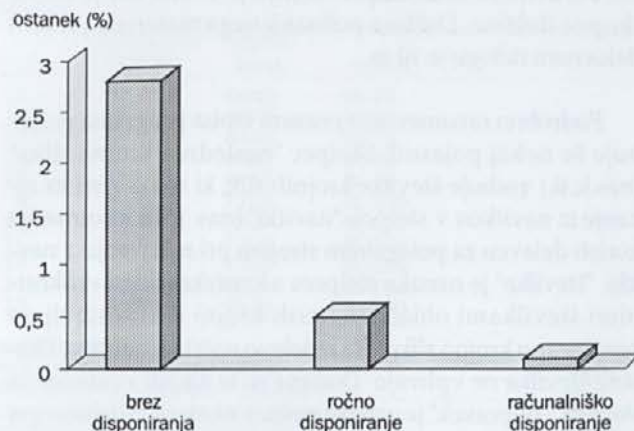
2 Opis problema

Problem optimizacije enodimenzionalnega razreza (1,2) srečamo v različnih panogah industrije (3,4). V oblačilni industriji se pojavlja kot problem optimalne izkoriščenosti blaga pri rezanju krojnih slik iz navitkov. Za potrebe posameznega delovnega naloga je predvideno določeno število navitkov različnih dolžin. Najpogosteje so te dolžine med 10 m in 100 m. Navitke je potrebno z giljotinskimi rezi razrezati na krajše kose oziroma liste v dolžini posameznih krojnih slik, ki so najpogosteje dolge od enega do 5 metrov.

Največkrat potrebujemo med 10 in 50 listov posamezne krojne slike. Želimo izdelati tak načrt rezanja navitkov, oziroma za vsak navitek najti takšno kombinacijo posameznih krojnih slik v določenem številu kosov oziroma listov, da bo skupni ostanek pri rezanju čim manjši. Grafično je problem v obliki preprostega primera predstavljen na sliki 1.



Slika 1: Razrez materiala



Slika 2: Odvisnost ostanka od načina disponiranja

Računalniška izdelava načrta rezanja oziroma računalniško disponiranje povzroča manj kot 1% neželenega ostanka. Brez disponiranja je ta ostanek približno 3%. V praksi se uporablja tudi ročno disponiranje. Rezultati pri ročnem disponiranju pa so močno odvisni od spretnosti in izkušenosti delavca. Približna velikost ostanka v odvisnosti od načina disponiranja je prikazana na sliki 2.

3. Program RADIS

Program RADIS (RAčunalniško DISponiranje) (5) omogoča optimizacijo razreza navitkov blaga v oblačilni industriji. Program rešuje problem nahrbtnika (6,7) s hevrstičnim algoritmom (8) in pri tem upošteva posebnosti pri rezanju krojnih slik. Uporaba programa omogoča doseganje 0,1% povprečnega predvidenega ostanka materiala na posamezen delovni nalog. Program najde optimalno rešitev v približno 90% primerov (8).

Avtor v literaturi ni zasledil opisa računalniške rešitve povsem enakega problema. Podobni problemi so rešeni s hevrstičnimi algoritmi. Nekoliko enostavnejši problemi pa se rešujejo tudi s kombinacijo približnih in natančnih metod. Tak problem bi bil v primeru, ko bi bile dolžine vseh navitkov enake. Zelo dober pregled različnih metod zmanjševanja ostanka pri razrezu materiala glede na tip problema, ki ga rešujejo, je podan v (9).

Program RADIS se v praksi uporablja že približno 10 let. Zadnje večje spremembe programa so bile v letu 1993. Program upravlja nekaj slovenskih podjetij s področja oblačilne industrije, med njimi najdlje Modena iz Trziča in Kroj iz Škofje Loke.

Uporaba programa poteka v treh zaporednih fazah:

- vnos podatkov
- izdelava načrta rezanja in izračun statistik
- izpis rezultatov

Vnos podatkov

Vnos podatkov zopet poteka v treh fazah: nastavitev parametrov, vnos podatkov o krojnih slikah in vnos podatkov o navitkih blaga. Element obravnave programa je delovni nalog. Parametri posameznega delovnega naloga so:

- šifra delovnega naloga
- kratek opis delovnega naloga
- programirani ostanek
 - stalni del
 - spremenljivi del
- število različnih krojnih slik v enem navitku

Stalni del programiranega ostanka vnesemo v centimetrih in pomeni, da bo pri vsakem navitku ostalo najmanj toliko blaga. Običajna vrednost tega parametra je 0. Izkušnje z nekaterimi izdelovalci meterskega blaga so pokazale, da je dejansko v navitkih nekoliko manj blaga kot je označeno. To odstopanje lahko upoštevamo z nastavitvijo programiranega ostanka. Druga možnost uporabe tega parametra je, ka-

dar želimo pri vsakem navitku imeti določen ostanek, ki ga kasneje uporabimo. Kadar pa želimo pri vsakem navitku imeti ostanek, ki je sorazmeren dolžini navitka, pa vnesemo željeni odstotek kot spremenljivi del programiranega ostanaka. Stalni in spremenljivi del se ne izključujeta.

Zelo pomemben parameter je število različnih krojnih slik, ki jih režemo iz posameznega navitka. Večje število pomeni več možnih kombinacij in s tem v splošnem tudi manjše ostanke. Po drugi strani pa je postopek rezanja pri večjem številu bolj zapleten in zamuden. Izkušnje iz prakse so pokazale, da je največje še smiselno število različnih krojnih slik, ki jih kombiniramo v en navitek, štiri. Ostanke so že pri številu 4 tako majhni, da morebitno dodatno zmanjšanje le-teh ne bi odtehtalo dodatnih naporov pri rezanju. Običajna vrednost tega parametra je 3. Če so dobljeni rezultati slabi, pa spremenimo vrednost na 4 in ponovimo izračun. Možne vrednosti tega parametra so od 1 do 4.

V delovnem nalogu je navadno več krojnih slik. Posamezna krojna slika je lahko v različnih barvah. Določimo jo z naslednjimi podatki:

- številka krojne slike
- dolžina krojne slike v cm
- konfekcijske velikostne številke, ki so vsebovane v krojni sliki

Za vsako kombinacijo barve in materiala je potrebno vnesti še troje podatkov:

- šifra barve
- šifra materiala
- število potrebnih listov

Potrebujemo še podatke o navitkih. Vsak navitek opišemo z naslednjimi podatki:

- številka navitka
- dolžina navitka v cm
- šifra barve
- šifra materiala

Podatek o širini navitkov in krojnih slik ni potreben, ker predpostavljamo, da se širine krojnih slik in navitkov ujemajo.

Izdelava načrta rezanja in izračun statistik

Izdelava načrta rezanja in izračun statistik povprečnega delovnega naloga z manj kot 100 navitki in nekaj 100 listi krojnih slik traja na zmogljivejšem osebнем računalniku manj kot 10 sekund. Čas izdelave je zanemarljiv, še posebej če ga primerjamo z ročnim disponiranjem povprečno obsežnega delovnega naloga, ki traja od 4 do 8 ur. Zato lahko večkrat ponovimo izračun z različno nastavljenimi parametri in izberemo najugodnejšo varianto.

Izpis rezultatov

Rezultati se po končanem izračunu izpišejo na zaslon, kjer

jih lahko najprej preverimo in nato izpišemo na papir. Izpišejo se v celoti ali pa le delno v odvisnosti od parametra, s katerim nastavimo varianto izpisa. Najdaljša varianta lahko obsega 10 ali 20 strani. Izpis sestavljajo štirje osnovni deli:

- podatki o krojnih slikah in navitkih
- načrt rezanja navitkov
- ostanke navitkov
- statistike

Načrt rezanja navitkov je predstavljen v obliki tabele. Najpomembnejši stolpci so trije: številka krojne slike, število listov in številka navitka. Posamezna vrstica torej pove, katero krojno sliko je potrebno odrezati v kolikšnem številu listov iz katerega navitka.

Ostanke so v splošnem najmanjši takrat kadar je blaga v navitkih več kot je potrebno. Takrat nekaterih navitkov sploh ne uporabimo, nekaterih pa ne razrežemo do konca. Če je del, ki ostane daljši ali enak kot najkrajša krojna slika, ga ne smatramo kot ostanek. Ostanke so običajno večji, kadar izkoristimo vse navitke in je torej materiala približno toliko kot ga potrebujemo ali manj. V primeru, ko je materiala premalo, se pojavi vprašanje, katerim krojnim slikam dati pri rezanju prednost. Program deluje tako, da razporedi primanjkljaj približno v enakem odstotku vsem krojnim slikam.

Statistike, ki sledijo, so zelo preproste. Program izračuna razlike med zahtevanimi in dobljenimi vrednostmi ter jih sumira po krojnih slikah barvah in velikostnih številkah. Na koncu tudi izračuna skupni ostanek in povprečni skupni ostanek, ki bi ga dobili brez disponiranja. Razlika je prihranek. Podrobnosti so razvidne iz primera rezultatov, ki je na sliki 3. Statistike so izpuščene.

Primer na sliki 3 vsebuje realne podatke, vendar je delovni nalog, ki ga obravnava, po obsegu zelo skromen, saj vsebuje le 3 različne dolžine krojnih slik in le 11 navitkov v dveh barvah in dveh materialih. Dobljeni načrt rezanja predvideva popoln razrez desetih navitkov, enega pa le delno. Predvideni ostanek pri rezanju je 44 cm, kar je 0.05% skupne dolžine. Dolžina prihranjenega materiala pri tem delovnem nalogu je 10 m.

Podrobno razumevanje primera izpisa programa potrebuje še nekaj pojasnil. Stolpec "naslednja krojna slika" (nas.k.sl.) vsebuje številke krojnih slik, ki so na vrsti za rezanje iz navitkov v stolpcu "navitki" (nav.). Ta informacija koristi delavcu za polagalnim strojem pri rokovanju z navitki. "številke" je oznaka stolpcev s konfekcijskimi velikostnimi številkami oblačil, katerih krojni deli sestavljajo posamezno krojno sliko. Na izdelavo načrta rezanja velikostne številke ne vplivajo. Dodane so le zaradi evidence in statistik. "popravek" je oznaka stolpca v katerega delavec pri rezanju vpisuje morebitna odstopanja med načrtovanim in dejansko odrezanim številom kosov.

OPTIMIZACIJA RAZREZA datum 05-24-94 delovni nalog - model: 635 jakna

PODATKI O KROJNIH SLIKAH

No.	številka	dolžina	številke			kosov	barva	sif.mat.	
1	1	239	74	80	86	92	140	6449	BL-72
2	1	239	74	80	86	92	145	7209	BL-100
3	2	188	80	86	92		55	6449	BL-72
4	2	188	80	86	92		35	7209	BL-100
5	3	134	86	92			25	6449	BL-72
6	3	134	86	92			30	7209	BL-100

PODATKI O NAVITKIH

No.	številka	dolžina	barva	sif.mat.
1	15	10280	6449	BL-72
2	16	10220	6449	BL-72
3	17	10160	6449	BL-72
4	19	10180	6449	BL-72
5	20	10100	6449	BL-72
6	9	10200	7209	BL-100
7	10	10790	7209	BL-100
8	11	10100	7209	BL-100
9	13	10070	7209	BL-100
10	14	900	7209	BL-100
11	12	3000	7209	BL-100

REZULTATI UREJENI PO KROJNIH SLIKAH

k.sl.	kosov	popravek	nav.	barva	sif.mat.	nas.k.sl.	številke			
1	32	.....	15	6449	BL-72	2	74	80	86	92
1	34	.....	16	6449	BL-72	2	74	80	86	92
1	36	.....	17	6449	BL-72	2	74	80	86	92
1	28	.....	19	6449	BL-72	2	74	80	86	92
1	10	.....	20	6449	BL-72	2	74	80	86	92
1	30	.....	9	7209	BL-100	2	74	80	86	92
1	42	.....	10	7209	BL-100	2	74	80	86	92
1	28	.....	11	7209	BL-100	2	74	80	86	92
1	40	.....	13	7209	BL-100	2	74	80	86	92
1	4	.....	12	7209	BL-100	2	74	80	86	92
2	14	.....	15	6449	BL-72	0	80	86	92	
2	9	.....	16	6449	BL-72	3	80	86	92	
2	4	.....	17	6449	BL-72	3	80	86	92	
2	10	.....	19	6449	BL-72	3	80	86	92	
2	18	.....	20	6449	BL-72	3	80	86	92	
2	4	.....	9	7209	BL-100	3	80	86	92	
2	4	.....	10	7209	BL-100	0	80	86	92	
2	11	.....	11	7209	BL-100	3	80	86	92	
2	2	.....	13	7209	BL-100	3	80	86	92	
2	4	.....	14	7209	BL-100	3	80	86	92	
2	10	.....	12	7209	BL-100	3	80	86	92	
3	3	.....	16	6449	BL-72	0	86	92		
3	6	.....	17	6449	BL-72	0	86	92		
3	12	.....	19	6449	BL-72	0	86	92		
3	4	.....	20	6449	BL-72	0	86	92		
3	17	.....	9	7209	BL-100	0	86	92		
3	10	.....	11	7209	BL-100	0	86	92		
3	1	.....	13	7209	BL-100	0	86	92		
3	1	.....	14	7209	BL-100	0	86	92		
3	1	.....	12	7209	BL-100	0	86	92		

OSTANKI

številka	PORABLJENI ostanek	NAVITKI barva	sif.mat.	številka	NEPORABLJENI dolžina	NAVITKI barva	sif.mat.
15	0	6449	BL-72				
16	0	6449	BL-72				
17	0	6449	BL-72				
19	0	6449	BL-72				
20	3790	6449	BL-72				
9	0	7209	BL-100				
10	0	7209	BL-100				
11	0	7209	BL-100				
13	0	7209	BL-100				
14	14	7209	BL-100				
12	30	7209	BL-100				

SKUPNI OSTANEK	44 cm (0,0512%)
PROGRAMIRANI OSTANEK - fiksni	0 cm
PROGRAMIRANI OSTANEK - variabilni	0 %
ŠTEVILO RAZLIČNIH K. SL. IZ ENEGA NAVITKA	3
SKUPNI OSTANEK - brez optimizacije	1074 cm (1,2508%)
PRIHRANEK MATERIALA	1030 cm (1,1996%)

Slika 3: Primer izpisa programa RADIS

4 Dejavniki, ki vplivajo na izkoriščenost materiala

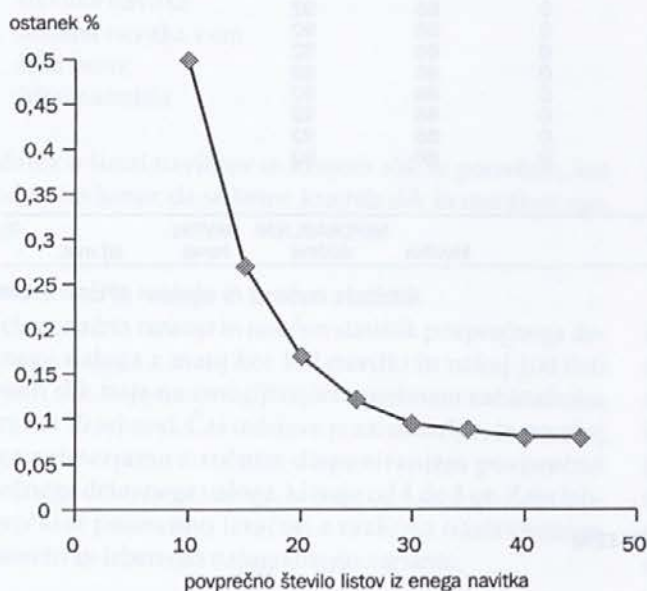
Dejavniki, ki vplivajo na velikost prihranka materiala, so:

- povprečna dolžina navitkov
- povprečna dolžina krojnih slik
- povprečna razlika med najdaljšo in najkrajšo krojno sliko v posameznem delovnem nalogu
- število različnih krojnih slik, ki jih režemo iz enega navitka

Vpliv teh dejavnikov smo analizirali tako, da smo izvedli izračun večjega števila namišljenih delovnih nalogov pri različnih vrednostih posameznih dejavnikov in izračunali povprečne vrednosti ostankov. Posamezno vrednost posameznega dejavnika smo testirali s 50 do 250 primeri. Čeprav smo naključno generirali delovne naloge, so bile vrednosti v okvirih, ki so običajni za oblačilno industrijo. Najprej pa je bilo potrebno definirati pojem skupnega ostanka v okviru posameznega delovnega naloga. Skupni ostanek je lahko definiran na dva načina. Izbiro posameznega načina je možno nastaviti kot parameter programa. Definiciji sta:

- 1) Skupni ostanek je vsota tistih ostankov pri posameznih navitkih, ki so krajši od najkrajše krojne slike.
- 2) Skupni ostanek je vsota tistih ostankov pri posameznih navitkih, ki so krajši od najdaljše krojne slike.

V primerih, ko je materiala nekoliko manj, kot bi ga potrebovali, ali ravno prav, je primernejša definicija 2. Ker je cilj programa minimizacija skupnega ostanka, lahko pride pri definiciji 1 do rezultatov, ko zahteve delovnega naloga niso



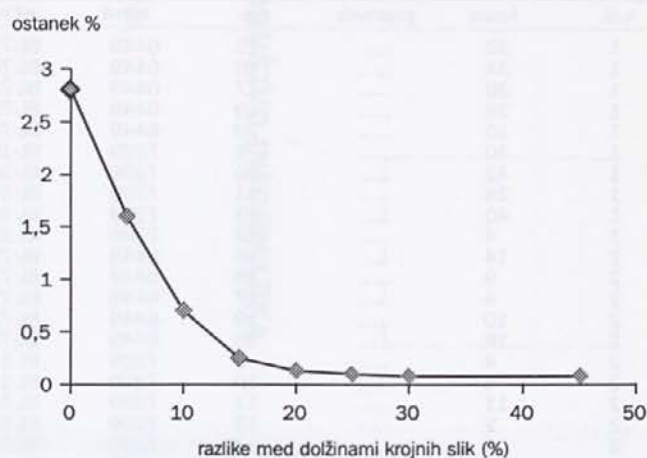
Slika 4: Odvisnost ostanka od povprečnega števila listov, ki jih režemo iz enega navitka

izpolnjene pri daljših krojnih slikah, čeprav je skupni ostanek relativno majhen in s tem po logiki programa cilj dosežen. Ostanke, ki so sicer daljši od najkrajše krojne slike vendar krajši od daljših krojnih slik, so ostali neizkoriščeni. Pri analizi vplivnih dejavnikov smo upoštevali definicijo 2.

Povprečna dolžina navitkov in povprečna dolžina krojnih slik določata povprečno število kosov oziroma listov, ki jih odrežemo iz enega navitka. Čim večje je to število, tem večji je maneverski prostor pri iskanju optimalne kombinacije in tem boljši je rezultat oziroma izkoristek materiala. Pri več kot dvajsetih listih dobimo že zelo dobre rezultate.

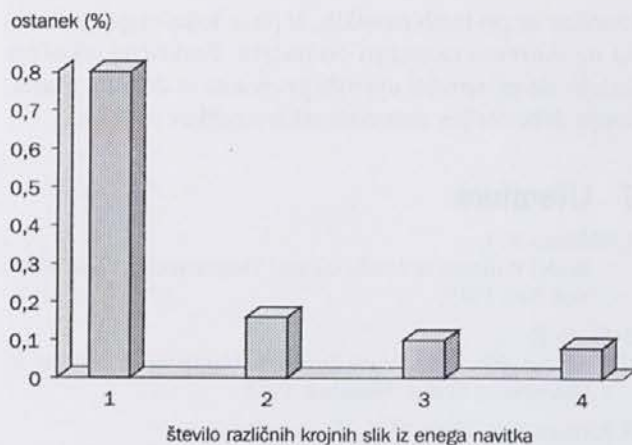
Razmere so prikazane na sliki 4.

Na sliki 5 pa je prikazana odvisnost ostanka od povprečne razlike med najdaljšo in najkrajšo krojno sliko v delovnem nalogu, izražene v odstotkih. Vidimo lahko, da je že 10 do 20 odstotkov razlike dovolj za dober izkoristek materiala.



Slika 5: Odvisnost ostanka od razlike v dolžinah krojnih slik

Zelo pomemben dejavnik, ki ga pri uporabi programa nastavimo kot parameter, je število različnih krojnih slik, ki jih režemo iz posameznega navitka. Večje število pomeni več možnih kombinacij in s tem v splošnem tudi manjše ostanke. Po drugi strani pa je postopek rezanja pri večjem številu bolj zapleten in zamuden. Izkušnje iz prakse so pokazale, da je največje še smiselno število različnih krojnih slik, ki jih kombiniramo v en navitek, štiri. Ostanke so že pri številu 4 tako majhni, da morebitno dodatno zmanjšanje letih ne bi odtehtalo dodatnih naporov pri rezanju. Analiza je pokazala, da je pri kombinaciji dveh krojnih slik v en navitek povprečni ostanek 0,165%. Pri kombinaciji treh se povprečni ostanek zniža na 0,101%. Pri kombinaciji štirih pa je povprečni ostanek 0,082%. Zanimiva je ugotovitev, da lahko tudi tedaj, ko režemo iz enega navitka le eno krojno sliko, tako kot pri klasičnem načinu brez disponiranja, z uporabo programa RADIS zmanjšamo ostanek za 70%. To dosežemo že samo s tem, da postavimo navitke, ki čakajo na razrez, v tak vrstni red kot predlaga program. Razmere so prikazane na sliki 6.



Slika 6: Odvisnost ostanka od števila različnih krojnih slik, ki jih režemo iz enega navitka

Vrednost parametra, ki določa koliko različnih krojnih slik bomo rezali iz enega navitka, je v praksi običajno 3. Če z dobljenimi rezultati nismo zadovoljni, pa spremenimo vrednost na 4 in ponovimo izračun. Možne vrednosti parametra so od 1 do 4.

5 Uporaba programa RADIS v oblačilni industriji

V oblačilni industriji marsikje vlada prepričanje, da je zaradi slabe kakovosti materiala pogoj za uporabo disponiranja vhodna kontrola materiala. Vhodna kontrola materiala da dve vrsti informacij:

- o napakah v materialu
- o dolžinah navitkov

Obe vrsti informacij sta prav gotovo koristni. Vendar pa koristi, če gre samo za potrebe disponiranja, običajno ne presegajo stroškov. Napake v materialu namreč odkrivamo v postopku rezanja. Vnaprejšnja informacija o napakah bi predstavljala podvajanje dela. Informacija o ujemanju deklarativne in dejanske dolžine posameznega navitka bi bila potrebna le v primerih, ko bi šlo pri velikem številu navitkov za odstopanje navzdol. V praksi pa so to vendarle dokaj redke izjeme in gre večinoma za odstopanje navzgor, predvsem na račun bonifikacije zaradi napak. To pomeni, da so ostanki nekoliko daljši od načrtovanih in jih porabimo za odpravljanje napak. Napake lahko odpravimo na dva načina: s prekrivanjem in z dokrojevanjem. Pri metodi prekrivanja napake odpravljamo sproti. Ta metoda je sicer potratna, toda smotrna, kadar gre za odstopanje barvnih otenkov znotraj enega navitka. V tem primeru je težko razrezati navitke po načrtu, še posebej, če je veliko napak. Dele z napakami lahko dokrojimo tudi na koncu iz ostankov. Pri disponiranju navitkov, bodisi ročnem ali računalniškem, je ostankov manj. Lažje pa jih uporabimo in mnogo bolje izkoristimo, ker so navadno kumulirani v enem navitku.

Disponiranje ni smiselno takrat, kadar zaradi napak v materialu ali zaradi kakršnegakoli drugega vzroka že vnaprej vemo, da večino navitkov ne bomo mogli odrezati po načrtu. V splošnem pa disponiranje ne more dati slabših rezultatov kot razrez brez načrta, le prihranki so pri vplivu negativnih dejavnikov manjši od načrtovanih. Praktične izkušnje kažejo, da odstopanje dolžin in napake v materialu v splošnem ne predstavljajo tako hudega problema, da bi bilo disponiranje vprašljivo. Prihranki materiala, ki bi bili teoretično med 2% in 3%, se zaradi praktičnih omejitev zmanjšajo in jih lahko ocenimo na 1% do 2%.

Poleg prihrankov disponiranje navitkov prinaša še eno korist, ki je morda ravno tako pomembna. Disponiranje navitkov omogoča boljši nadzor postopka rezanja in porabe materiala. Tako se izognemo pavšalnemu normativom, ki ne upoštevajo posebnosti posameznega delovnega naloga. Odnosi med pripravo proizvodnje in proizvodnjo so boljši. Manj je spornih primerov zaradi odstopanja od načrtovanih količin. Zaradi tega so lažja in uspešnejša pogajanja s kooperanti in z naročniki pri dodelavnih poslih.

Pomanjkljivost oziroma slaba stran disponiranja je v tem, da zahteva dodatne aktivnosti, ki povzročajo dodatne stroške. Po drugi strani pa so nekatera dela opravljena hitreje. Ker je disponiranje gospodarno le v primerih, ko so koristi večje od stroškov, skušajmo stroške vsaj približno oceniti. Ločiti je potrebno stroške uvedbe računalniškega disponiranja in tekoče stroške uporabe le-tega. Stroški uvedbe obsegajo nabavo osebne računalnika in programa, kar tudi za manjšo organizacijo ne pomeni pomembnega izdatka. Posebnih stroškov izobraževanja uporabnikov zaradi enostavnosti uporabe programa skorajda ni. Pomembnejši so tekoči spremenljivi stroški, ki jih povzroča dodatno delo zaradi disponiranja navitkov. Dodatno delo je potrebno za:

- izdelavo načrta razreza
- namestitev navitkov v položaj za polaganje na polagalno mizo

Kot dodatno delo nismo upoštevali evidence in številčenja navitkov v skladišču, ker je prvo potrebno, drugo pa koristno tudi pri klasičnem razrezu. Poleg tega pa številčenje navitkov ni nujno, ker lahko posamezni navitek znotraj delovnega naloga določimo tudi le z dolžino, barvo in vrsto materiala.

Računalniška izdelava načrta razreza s programom RADIS traja le nekaj sekund. Vnos podatkov in izpis rezultatov pa traja pri povprečno obsežnem delovnem nalogu približno 20 minut. Poleg načrta razreza program RADIS izdelava tudi kalkulacijo materiala, ki bi jo bilo potrebno sicer narediti ročno. Z računalnikom je opravljena lažje, hitreje in bolje. Izdelava načrta razreza torej ni dodaten strošek, ampak gre za določen prihranek časa. Prihranek časa bi bil še večji, če bi bil program za disponiranje povezan s programom za spremljanje dela skladišča materiala. V tem primeru bi bilo tudi manj možnosti za napake v podatkih.

Namestitev navitkov v položaj za polaganje na polagalno mizo pri disponiranju gotovo predstavlja dodatno delo. Pri klasičnem načinu je potrebno namestiti posamezen navitek le enkrat. To sicer tudi velja za najenostavnejši način disponiranja, ko en navitek razrežemo le z eno krojno sliko. Vendar pa moramo navitke razvrstiti v zahtevani vrstni red, kar je dodatno delo. Kadar iz enega navitka odrežemo dve, tri ali štiri krojne slike pa ga moramo tudi dvakrat, trikrat ali štirikrat namestiti. To je glavno dodatno delo, ki je povezano z disponiranjem. Kolikšno je to delo, je odvisno od tehnologije nameščanja. Tam, kjer je ta operacija avtomatizirana, je izguba časa minimalna. Nekoliko večja je tam, kjer uporabljajo premična stojala z navitki, ki jih je treba sedaj večkrat obrniti ali zamenjati. Rezultat disponiranja je manj ostankov, kar pomeni manj porabljenega časa za prirojevanje in dokrojevanje. Ugotovimo lahko, da je morebitno dodatno delo, ki ga povzroča računalniško disponiranje, zanemarljivo, če upoštevamo tudi zmanjšanje obsega nekaterih del.

6 Zaključek

Uporaba programa RADIS je enostavna, močno olajšuje pripravo delovnega naloga, omogoča boljšo izkoriščenost materiala in daje popoln uvid v porabo materiala. Pri uporabi programa v praksi pa se srečujemo tudi s številnimi težavami. Naštajmo le nekaj vzrokov zanje: slaba povezanost priprave dela s skladiščem materiala, nenatančne oznake dolžin na navitkih, napake v materialu, majhne razlike v dolžinah posameznih krojnih slik, zelo kratki navitki. Vendar so to težave, s katerimi se srečujemo tudi pri ročni pripravi delovnega naloga. Zaradi teh težav so dejanski prihranki materiala v splošnem manjši od načrtovanih. Pri-

hrankov ni pri tistih navitkih, ki jih iz kakršnegakoli vzroka ne moremo razrezati po načrtu. Praktične izkušnje kažejo, da pri spretni uporabi programa in dobrem poznavanju dobaviteljev materiala takih navitkov ni veliko.

7 Literatura

1. Williams B. L.:
Model Building in Mathematical Programming, John Wiley, New York 1979.
2. Spath H.:
Ausgewählte Operations Research Algorithme in Fortran, R. Oldenbourg Verlag, München 1975.
3. Ferreira J. S., Neves M. A., Fonseca P.:
A two-phase roll cutting problem, European Journal of Operational Research, Volume 44, Number 2, 1990.
4. Stadler H.:
A one-dimensional cutting stock problem in the aluminium industry and its solution, European Journal of Operational Research, Volume 44, Number 2, 1990.
5. Gradišar M.:
RADIS - računalniški program za optimizacijo razreza navitkov blaga v oblačilni industriji, II. slovenski simpozij iz operacijskih raziskav, Zbornik del, Ljubljana 1994.
6. Gal T. (urednik):
Grundlagen des Operations Research, 2. Teil, Springer Verlag, 1987.
7. Garfinkel R. S., Nemhauser G. L.:
Integer programming, John Wiley New York 1972.
8. Gradišar M.:
Razvoj algoritma za enodimenzionalen razrez, I. slovenski simpozij iz operacijskih raziskav, Zbornik del, Ljubljana 1993.
9. Dyckhoff H.:
A typology of cutting and packing problems, European Journal of Operational Research, Volume 44, Number 2, 1990.

♦

Dr. Miro Gradišar je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko in elektroniko, smer industrijska elektronika. Kot dobitnik Kidričeve štipendije je takoj po diplomi nadaljeval študij na tretji stopnji in se nato zaposlil v Iskri, s katero je sodeloval že prej na področju mikrovalovne elektronike. Leta 1980 je sprejel mesto asistenca na takratni Visoki šoli za organizacijo dela v Kranju. Po opravljenem doktoratu s področja organiziranja informacijskih sistemov je bil habilitiran v docenta. Predava na Fakulteti za organizacijo dela v Kranju predmete s področja računalništva in informatike. Osnovno raziskovalno področje je grafinja računalniških simulacijskih modelov za podporo poslovnemu odločanju.

♦