



NOM ALUMNE:

Material: Tot el material usat a laboratori, transparències, exercicis de laboratori, codis SAS, manual de SAS/OPTMODEL.

EXERCICI 1. (Pengeu el fitxer .sas de l'apartat 1.b al campus digital):

Una pastisseria elabora tres productes diferents: galetes, donuts i croissants. Els ingredients principals per a la seva elaboració són: sucre i greix. En la taula següent apareix la quantitat necessària d'ingredients per a elaborar cada producte, la disponibilitat total d'ingredients, la demanda prevista, el cost intern de producció per a cada producte, i el cost extern de cada producte per quan la producció interna no sigui suficient i calgui recórrer a la compra externa dels productes. Cal determinar la producció interna i la compra externa de cada producte de manera que es minimitzi el cost total de la producció.

Ingredients (Kg/u.)	galetes	donuts	croissants	Disponibilitat (Kg.)
sucre	0.05	0.04	0.03	20
greix	0.03	0.08	0.03	18
Demanda (unitats)	290	150	190	
Cost intern (€/unitat)	0.3	0.8	0.6	
Cost extern (€/unitat)	0.4	1.0	0.7	

- a) (2.5 pts) Plantegeu formalment el problema d'optimització parametritzat que necessita resoldre la pastisseria.

Paràmetres:		
Productes	$P = \{\text{galetes}, \text{donuts}, \text{croissants}\}$	<code>set<string> PRODUCTE = { 'galetes', 'donuts', 'croissants' };</code>
Ingredients	$I = \{\text{sucre}, \text{greix}\}$	<code>set<string> INGREDIENT = { 'sucre', 'greix' };</code>
Consum ingr. $i \rightarrow \text{prod. } j$ (Kg/u.)	$c = \begin{matrix} & \begin{matrix} i \in I & j \in P \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0.05 & \dots & 0.03 \\ \vdots & \ddots & \\ 0.03 & & 0.03 \end{matrix} \end{matrix}$	<code>number consum{INGREDIENT, PRODUCTE} = [0.05 0.04 0.03 0.03 0.08 0.03];</code>
Disponibilitat ingr. i (Kg.)	$\text{disp}_i, \quad i \in I$ $\text{disp} = [20 \ 18]'$	<code>number disp{INGREDIENT} = [20 18];</code>
Demanda prod. j (u.)	$d_j, \quad j \in P$ $d = [290 \ \dots \ 190]'$	<code>number demanda{PRODUCTE} = [290 150 190];</code>
Cost intern. j (u.)	$c_{ij}, \quad j \in P$ $ci = [0.3 \ \dots \ 0.6]'$	<code>number cost_int{PRODUCTE} = [0.3 0.8 0.6];</code>
Cost extern. j (u.)	$ce_j, \quad j \in P$ $ce = [0.4 \ \dots \ 0.7]'$	<code>number cost_ext{PRODUCTE} = [0.4 1.0 0.7];</code>

Variables		
Unitats de producte j a produir	$x_j \geq 0$ $j \in P$	<code>var Produc{PRODUCTE} >= 0;</code>



Unitats de producte j per comprar	$y_j \geq 0$ $j \in P$	<code>var Extern{PRODUCTE} >= 0;</code>
-------------------------------------	---------------------------	--

Model de programació lineal		
Cost total :	$\min z = \sum_{j \in P} (c_{ij} * x_j + c_{ej} * y_j)$	<code>min Total_cost = sum {j in PRODUCTE} (cost_int[j]*Produc[j] + cost_ext[j]*Extern[j]);</code>
Consum ingredients :	<p>s.a:</p> $\sum_{j \in P} c_{ij} * x_j \leq disp_i$ $i \in I$	<code>con Consum_ingredients {i in INGREDIENT } : sum {j in PRODUCTE} consum[i,j]*Produc[j] <= disp[i];</code>
Demanda productes:	$x_j + y_j \geq d_j$ $j \in P$	<code>con Mercat{j in PRODUCTE} : Produc[j] + Extern[j] >= demanda[j];</code>
	$x_j, y_j \geq 0$ $j \in P$	

- b) (2.5 pts) Resoleu aquest problema amb OPTMODEL i indiqueu la producció i compra final, amb el cost de la solució.

Resumen de la solución					
Solver		LP			
Algorithm		Dual Simplex			
Objective Function		Total_benefici			
Solution Status		Optimal			
Objective Value		343.42857143			
Iterations		8			
Primal Infeasibility		0			
Dual Infeasibility		0			
Bound Infeasibility		0			
[1]	Produc.LB	Produc.SOL	Produc.UB	Produc.RC	Produc.STATUS
croissants	0	190.000	1.7977E+308	0	B
donuts	0	66.429	1.7977E+308	0	B
galletes	0	232.857	1.7977E+308	0	B
[1]	Extern.LB	Extern.SOL	Extern.UB	Extern.RC	Extern.STATUS
croissants	0	0.000	1.7977E+308	0.014286	L
donuts	0	83.571	1.7977E+308	0.000000	B
galletes	0	57.143	1.7977E+308	0.000000	B

EXERCICI 2. (Pengeu els fitxers .sas de l'apartat 3.b i 3.c al campus digital):

La pastisseria ha trobat un nou proveïdor per a la compra de producte en cas de ser necessari. El cost de comprar productes amb el segon proveïdor es mostra a continuació.

	galletes	donuts	croissants
Cost extern – 2n proveïdor (€/unitat)	0.5	0.9	0.8

- (1 pts) Plantegeu formalment els canvis que cal introduir a l'apartat 1.a) per incorporar aquesta nova situació.
- (2 pts) Resoleu aquest problema amb OPTMODEL i indiqueu novament
 - La producció i compra final per a cada un dels proveïdors, amb el cost de la solució.
 - Destaqui els canvis en la compra a proveïdors.
 - Li convé a la pastisseria incorporar un nou proveïdor extern? Justifiqueu la resposta.

Paràmetres:		
Proveïdors	$Prov = \{1,2\}$	<code>set<NUM> PROVEIDOR = 1..2;</code>
Cost extern prov. $i \rightarrow prod. j$ (Kg/u.)	ce_{ij} $i \in Prov \quad j \in P$ $ce = \begin{bmatrix} 0.4 & 1.0 & 0.7 \\ 0.5 & 0.9 & 0.8 \end{bmatrix}$	<code>number</code> <code>cost_ext{PROVEIDOR, PRODUCTE} =</code> <code>[0.4 1.0 0.7</code> <code>0.5 0.9 0.8];</code>

Variables		
Unitats per comprar prov. i $\rightarrow prod. j$	$y_{ij} \geq 0$ $i \in Prov \quad j \in P$	<code>var Extern {PROVEIDOR, PRODUCTE}</code> <code>>= 0;</code>

Model de programació lineal		
Cost total :	$\min z = \sum_{j \in P} \left(ci_j * x_j + \sum_{i \in Prov} ce_j * y_{ij} \right)$	<code>min Total_cost = sum {j in PRODUCTE}</code> <code>(cost_int[j]*Produc[j] + sum{i in</code> <code>PROVEIDOR} cost_ext[i,j]*Extern[i,j]);</code>
Demanda productes:	$s.a:$ $x_j + \sum_{i \in Prov} y_{ij} \geq d_j$ $j \in P$	<code>con Mercat{j in PRODUCTE}: Produc[i] +</code> <code>sum{i in PROVEIDOR} Extern[j,i] >=</code> <code>demanda[i];</code>
	$x_j, y_{ij} \geq 0$ $i \in Prov, j \in P$	

Resumen de la solución	
Solver	LP
Algorithm	Dual Simplex
Objective Function	Total_benefici
Solution Status	Optimal
Objective Value	335.07142857
Iterations	8
Primal Infeasibility	0
Dual Infeasibility	0
Bound Infeasibility	0

[1]	Produc.LB	Produc.SOL	Produc.UB	Produc.RC	Produc.STATUS
croissants	0	190.000	1.7977E+308	0	B
donuts	0	66.429	1.7977E+308	0	B
galetes	0	232.857	1.7977E+308	0	B

[1]	[2]	Extern.LB	Extern.SOL	Extern.UB	Extern.RC	Extern.STATUS
1	croissants	0	0.000	1.7977E+308	0.035714	L
1	donuts	0	0.000	1.7977E+308	0.100000	L
1	galetes	0	57.143	1.7977E+308	0.000000	B
2	croissants	0	0.000	1.7977E+308	0.135714	L
2	donuts	0	83.571	1.7977E+308	0.000000	B
2	galetes	0	0.000	1.7977E+308	0.100000	L

- c) (2 pts) Modifiqueu el model del l'apartat 1.a) per tenir en compte que, per a qualsevol article, no es pot adquirir més producció externa que la que es produeix internament. Implementeu i resoleu el nou problema amb OPTMODEL i destaqueu els canvis de la nova solució.

Model de programació lineal

Relació compra-
producció:

$$x_j \geq y_j$$

$$j \in P$$

```
con Limit_ext{j in PRODUCTE}:  
  Produc[j] >= Extern[j];
```

Resumen de la solución	
Solver	LP
Algorithm	Dual Simplex
Objective Function	Total_benefici
Solution Status	Optimal
Objective Value	344
Iterations	10
Primal Infeasibility	0
Dual Infeasibility	0
Bound Infeasibility	0

[1]	Produc.LB	Produc.SOL	Produc.UB	Produc.RC	Produc.STATUS
croissants	0	150	1.7977E+308	-1.1102E-16	B
donuts	0	75	1.7977E+308	0.0000E+00	B
galetes	0	250	1.7977E+308	-1.6653E-16	B

[1]	Extern.LB	Extern.SOL	Extern.UB	Extern.RC	Extern.STATUS
croissants	0	40	1.7977E+308	0	B
donuts	0	75	1.7977E+308	0	B
galetes	0	40	1.7977E+308	0	B