

Επιχειρησιακή Έρευνα

SOLVER

Παράδειγμα

Μια εταιρεία παράγει τρεις διαφορετικούς τύπους κομπόστας T1, T2 και T3 σε συσκευασίες διαφορετικού βάρους. Για την παρασκευή τους χρησιμοποιεί τέσσερα είδη φρούτων: πορτοκάλι, μήλο, αχλάδι και μπανάνα. Οι διαθέσιμες ποσότητες των φρούτων (σε κιλά), καθώς και οι αναλογίες των φρούτων (επίσης σε κιλά) για κάθε συσκευασία συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	Διαθέσιμες ποσότητες
Πορτοκάλι	5	4	2	200
Μήλο	2	5	-	160
Αχλάδι	1	4	2	80
Μπανάνα	2	1	3	50

Το κέρδος της εταιρείας, ανά συσκευασία, για κάθε τύπο κομπόστας T1, T2 και T3 είναι 2, 6 και 10 χρηματικές μονάδες αντίστοιχα. Να προσδιοριστεί το βέλτιστο σχέδιο παραγωγής, δηλαδή αυτό που μεγιστοποιεί το κέρδος της εταιρείας



Μεταβλητές

Ορίζουμε τις μεταβλητές του προβλήματος

Έστω

x_1 = αριθμός συσκευασιών κοσμπόστας τύπου T1

x_2 = αριθμός συσκευασιών κοσμπόστας τύπου T2

x_3 = αριθμός συσκευασιών κοσμπόστας τύπου T3



Μαθηματική Διατύπωση

Μεγιστοποίηση της συνάρτησης

$$Z = 2x_1 + 6x_2 + 10x_3$$

με περιορισμούς δομής:

$$5x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 200$$

$$2x_1 + 5x_2 \leq 160$$

$$x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 80$$

$$2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 50$$

και περιορισμούς μη αρνητικότητας

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$



Βήμα 1: Εισαγωγή Δεδομένων

- Εισάγουμε και οργανώνουμε τα δεδομένα μας στο υπολογιστικό φύλλο
 - Συντελεστές αντικειμενικής συνάρτησης
 - Συντελεστές περιορισμών
 - Δεξιές σταθερές περιορισμών
- Κατάστρωση προβλήματος ώστε να διευκολύνεται η κατανόηση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων (π.χ. εισαγωγή τίτλων, σχόλιων)

Εισαγωγή Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης

Συντελεστές
Αντικειμενικής

Κελί
υπολογισμού
κέρδους

Microsoft Excel - Παράδειγμα.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια

AVERAGE $f_x = B5*B7+C5*C7+D5*D7$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Τύπος Κομποστας						
3		T1	T2	T3				
4								
5	Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5, C5, D5	2	6	10		Κέρδος		
6						=B5*B7+C5*C7+D5*D7	Κελί υπολογισμού κέρδους	
7	Κελιά Εμφάνισης της Λύσης x_1, x_2, x_3 B7, C7, D7							
8								

Κελιά εμφάνισης λύσης
(x_1, x_2, x_3)

Εισαγωγή Συντελεστών Περιορισμών

	T1	T2	T3
	2	6	10
	0	14	12
Πορτοκάλι	5	4	2
Μήλο	2	5	0
Αχλάδι	1	4	2
Μπανάνα	2	1	3

Εισαγωγή Δεξιών Σταθερών

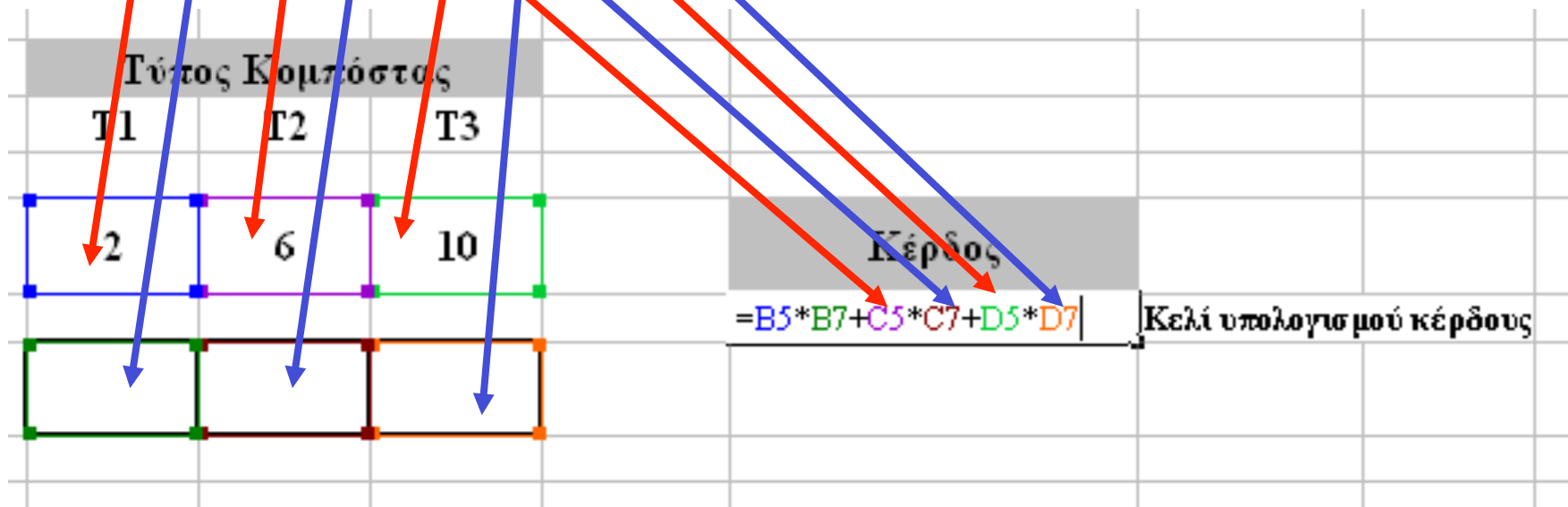
		Τύπος Χυμού				
		T1	T2	T3		
5	Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5, C5, D5	2	6	10	Κέρδος	
6					0	Κελί υπολογισμού κέρδους
7	Κελιά Εμφάνισης της Δύσης x1, x2, x3 B7, C7, D7					
10		Συντελεστές Περιορισμών			Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	Διαθέσιμες Ποσότητες
11	Πορτοκάλι	5	4	2	0	200
12	Μήλο	2	5	0	0	160
13	Αχλάδι	1	4	2	0	80
14	Μπανάνα	2	1	3	0	50

Κελιά εμφάνισης ποσού πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθεί

Δεξιά Σταθερές

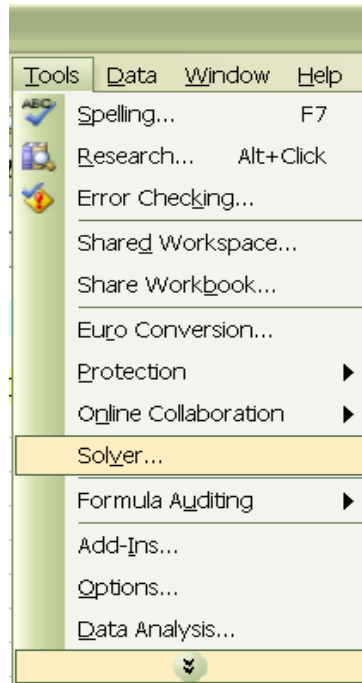
Καταχώρηση Αντικειμενικής Συνάρτησης

- $B5*B7+C5*C7+D5*D7$
- $2 * X_1 + 6 * X_2 + 10 * X_3$

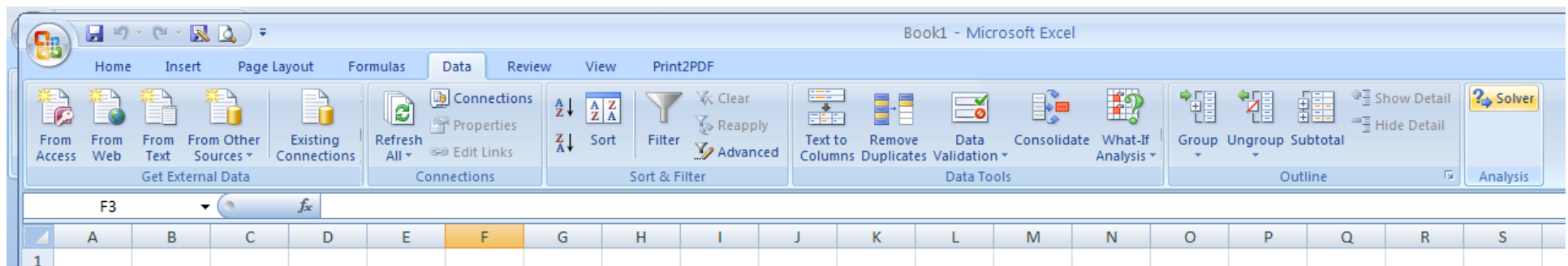


Επίλυση Solver

- Επιλέγω από το μενού Tools (Εργαλεία) την εντολή Solver (Επίλυση) (2003)



- Επιλέγω από το μενού Tools (Εργαλεία) την εντολή Solver (Επίλυση) (2007)



Προσδιορισμός κελιού προορισμού

2						
3		T1	T2	T3		
4						
5	Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5,C5,D5	2	6	10	Κέρδος	
6						0
7	Κελιά Εμφάνισης της Λύσης x1,x2,x3 B7,C7,D7					
8						
9						
10						
11	Πορτοκάλι					
12	Μήλο					
13	Αχλάδι					
14	Μπανάνα					
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Solver Parameters

Set Target Cell:

Equal To: Max Min Value of:

By Changing Cells:

Subject to the Constraints:

Προσδιορισμός κελιών μεταβλητών

- Στο παράθυρο «Παράμετροι Επίλυσης» (by changing cells) επιλέγουμε τα κελιά όπου θα εμφανιστούν οι μεταβλητές: B7,C7, D7

2						
3		T1	T2	T3		
4						
5	Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5,C5,D5	2	6	10	Κέρδος	
6						0
7	Κελιά Εμφάνισης της Λύσης x1,x2,x3 B7,C7,D7					
8						
9						
10						
11	Πορτοκάλι					
12	Μήλο					
13	Αχλάδι					
14	Μπανάνα					
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Solver Parameters

Set Target Cell:

Equal To: Max Min Value of:

By Changing Cells:

Subject to the Constraints:

Buttons: Solve, Close, Options, Add, Change, Delete, Reset All, Help

Προσδιορισμός κελιών περιορισμών

- Στο παράθυρο subject to the constraints επιλέγω Add Στο νέο παράθυρο στο cell reference επιλέγω το κελί στο οποίο έχω εισάγει τον περιορισμό
- Επιλέγω τη μορφή της ανισότητας
- Στο παράθυρο constraint επιλέγω την δεξιά σταθερά

		T1	T2	T3		
3						
4						
5	Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5,C5,D5	2	6	10	Κέρδος	
6						0
7	Κελιά Εμφάνισης της Λύσης x1,x2,x3 B7,C7,D7					
8						
9						
10					Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	Διαθέσιμες Ποσότητες
11	Πορτοκάλι	5	4	2	0	200
12	Μήλο	2	5	0	0	160
13	Αχλάδι	1	4	2	0	80
14	Μπανάνα	2	1	3	0	50
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

Add Constraint

Cell Reference: Constraint:

OK Cancel Add Help

Περιορισμοί Μη Αρνητικότητας

- Στο πλαίσιο Cell Reference εισάγω τα κελιά των μεταβλητών
- Επιλέγω μεγαλύτερο ή ίσο
- Στο πλαίσιο Constraints πληκτρολογώ 0

	T1	T2	T3	
Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5,C5,D5	2	6	10	Κέρδος
Κελιά Εμφάνισης της Λύσης x1,x2,x3 B7,C7,D7				0
11 Πορτοκάλι				0
12 Μήλο				0
13 Αχλάδι				0
14 Μπανάνα	2	1	3	0

Εξουσιάζονται	Διαθέσιμες Ποσότητες
0	200
0	160
0	80
0	50

Add Constraint

Cell Reference: Constraint:

OK Cancel Add Help

Επίλυση

- Επιλέγω Options και στο νέο παράθυρο επιλέγω Assume Linear Model

Solver Options

Max Time: 100 seconds

Iterations: 100

Precision: 0,000001

Tolerance: 5 %

Convergence: 0,0001

Assume Linear Model

Assume Non-Negative

Use Automatic Scaling

Show Iteration Results

Estimates

Tangent

Quadratic

Derivatives

Forward

Central

Search

Newton

Conjugate

OK

Cancel

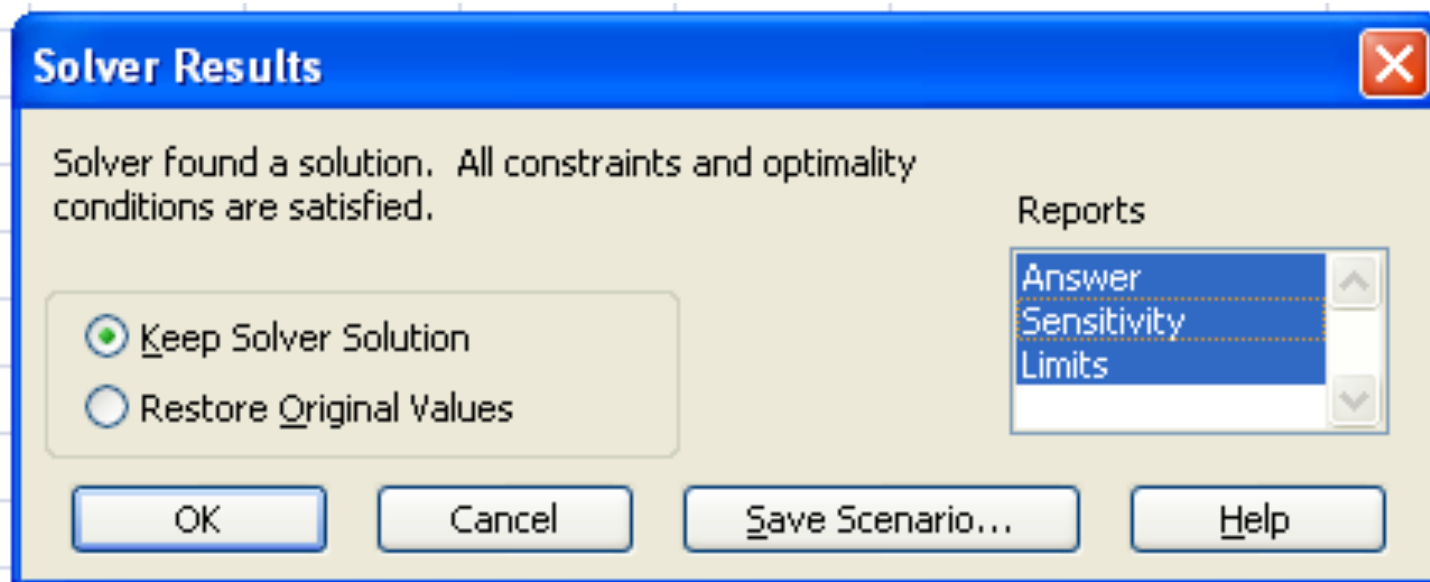
Load Model...

Save Model...

Help

Επίλυση

- Επιλέγω Solve
- Στο νέο παράθυρο διαλόγου επιλέγω τα reports που επιθυμώ να εμφανιστούν



Λύση

2						
3		T1	T2	T3		
4						
5	Κελιά Συντελεστών Αντικειμενικής Συνάρτησης B5,C5,D5	2	6	10	Κέρδος	
6						204
7	Κελιά Εμφάνισης της Λύσης x_1, x_2, x_3 B7,C7,D7	0	14	12		
8						
9						
10					Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	Διαθέσιμες Ποσότητες
11	Πορτοκάλι	5	4	2	80	200
12	Μήλο	2	5	0	70	160
13	Αχλάδι	1	4	2	80	80
14	Μπανάνα	2	1	3	50	50
15						

Answer Report

Αρχική & Τελική τιμή της
αντικειμενικής συνάρτησης

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$6	Κέρδος	204	204

Αρχική & Τελική τιμή της των
μεταβλητών

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$7	T1	0	0
\$C\$7	T2	14	14
\$D\$7	T3	12	12

Answer Report

Τιμή στην οποία ικανοποιείται κάθε περιορισμός

Διαφορά μεταξύ αριστερής και δεξιάς σταθεράς

Η διαφορά των δεσμευτικών περιορισμών είναι 0

Δείχνει ποιοι από τους περιορισμούς είναι δεσμευτικοί και ποιοι όχι

Η διαφορά των μη δεσμευτικών δείχνει ποιο είναι το τελικό ανεκμετάλλευτο απόθεμα

Constraints					
Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$11	Πορτοκάλι Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	80	\$F\$11<=\$G\$11	Not Binding	120
\$F\$12	Μήλο Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	70	\$F\$12<=\$G\$12	Not Binding	90
\$F\$13	Αχλάδι Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	80	\$F\$13<=\$G\$13	Binding	0
\$F\$14	Μπανάνα Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	50	\$F\$14<=\$G\$14	Binding	0
\$B\$7	T1	0	\$B\$7>=0	Binding	0
\$C\$7	T2	14	\$C\$7>=0	Not Binding	14
\$D\$7	T3	12	\$D\$7>=0	Not Binding	12

Τιμή μεταβλητών

Δείχνει πόσο οι μεταβλητές απέχουν από το κάτω όριο τους το 0.

Sensitivity Report

Αφορά την ανάλυση ευαισθησίας των αντικειμενικών συντελεστών

Πόσο θα πρέπει να μεταβληθεί ο συντελεστής της μεταβλητής ώστε να καταστεί η μεταβλητή βασική
Οι βασικές μεταβλητές έχουν μειωμένο κόστος 0.

Πόσο μπορούν να αλλάξουν οι συντελεστές των μεταβλητών χωρίς να μεταβληθεί η λύση με την προϋπόθεση ότι οι υπόλοιποι συντελεστές στην αντικειμενική συνάρτηση παραμένουν σταθεροί

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$7 T1		0	-4,4	2	4,4	1E+30
\$C\$7 T2		14	0	6	14	2,666666667
\$D\$7 T3		12	0	10	8	6,285714286

Sensitivity Report

Πόσο θα αλλάξει η αντικειμενική συνάρτηση δεδομένης μιας μοναδιαίας μεταβολής στην τιμή της δεξιάς σταθεράς (σκιώδης τιμή) θεωρώντας ότι οι άλλες δεξιάς σταθερές παραμένουν σταθερές.

Πόσο μπορούν να αλλάξουν οι δεξιάς σταθερές χωρίς να μεταβληθεί η σκιώδης τιμή(η λύση αλλάζει)

Constraints

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$F\$11	Πορτοκάλι Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	80	0	200	1E+30	120
\$F\$12	Μήλο Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	70	0	160	1E+30	90
\$F\$13	Αχλάδι Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	80	0,8	80	60	46,66666667
\$F\$14	Μπανάνα Ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν	50	2,8	50	70	30

Limits Report

- Παρουσιάζονται οι τιμές που θα λάβει η αντικειμενική συνάρτηση εάν οι μεταβλητές πάρουν την κατώτατη ή την ανώτατη επιτρεπτή τιμή

Target		
Cell	Name	Value
\$F\$6	Κέρδος	204

Adjustable			Lower Target		Upper Target	
Cell	Name	Value	Limit	Result	Limit	Result
\$B\$7	T1	0	0	204	0	204
\$C\$7	T2	14	0	120	14	204
\$D\$7	T3	12	0	84	12	204