

ΠΩΣ ΝΑ ΟΡΙΣΕΤΕ ΚΑΙ ΝΑ ΕΠΙΛΥΣΕΤΕ ΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΟΝ SOLVER ΤΟΥ EXCEL

1. Στο **Tools** menu, click **Solver**.
2. Εάν η επιλογή **Solver** δεν είναι διαθέσιμη στο **Tools** menu, πρέπει να το εγκαταστήσετε στα πρόσθετα add-in (add-in: Είναι ένα συμπληρωματικό πρόγραμμα που προσθέτει κάποιες επιπλέον δυνατότητες στο Microsoft Office.).
3. Στο **Set Target Cell** (Κελί Στόχος) θέση επιλογής (box), επέλεξε ένα cell reference (cell reference: Οι συντεταγμένες του κελιού στο λογιστικό φύλο (worksheet). Το target cell πρέπει να περιέχει μια σχέση μαθηματική (formula) μεταξύ άλλων κελιών στο λογιστικό φύλο.
4. Έχετε τις εξής επιλογές:
 - o Να βρείτε την μέγιστη τιμή του target cell (click **Max**)
 - o Να βρείτε την ελάχιστη τιμή του target cell (click **Min**)
 - o Να βρείτε την επιθυμητή τιμή του target cell (click **Value of**) και επιλέξτε την τυπώστε την επιθυμητή τιμή στο box.
5. Στο **By Changing Cells** box, τυπώστε τις θέσεις αναφοράς για κάθε μεταβλητό κελί (adjustable cell). Τα μεταβλητά κελιά πρέπει να σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με το κελί στόχο (target cell). Μπορείτε να ορίσετε (σε αυτό το version) έως 200 μεταβλητά κελιά.
6. Στο **Subject to the Constraints** box, επιλέξτε τους περιορισμούς (constraints). Μπορείτε να εφαρμόσετε περιορισμούς στα μεταβλητά κελιά, όπως και οποιαδήποτε κελιά με παραμέτρους του προβλήματος.

Πώς:

Πρόσθεση Περιορισμού:

- 6.0. Στο **Solver Parameters** κουτάκι διαλόγου, κάτω από το **Subject to the Constraints**, click **Add**.
- 6.1. Στο **Cell Reference** κουτάκι διαλόγου, βάλτε το cell reference ή το cell range για το οποίο θέλετε να περιορίσετε την τιμή του περιορισμού.
- 6.2. Κάντε click την σχέση (\leq , $=$, \geq , **Int**, or **Bin**) την οποία επιθυμείτε μεταξύ των κελιών αναφοράς και του περιορισμού. Εάν κάνετε click **Int**, "integer" (ακέραιος) εμφανίζετε στο **Constraint** κουτάκι διαλόγου. Εάν κάνετε click **Bin**, "binary" (διαδικός) στο **Constraint** κουτάκι διαλόγου.
- 6.3. Στο **Constraint** κουτάκι διαλόγου, τυπώστε το cell reference, ή την formula (μαθηματική σχέση)
- 6.4. Κάνετε ένα από τα εξής:
 - Για αν αποδεχθείτε τον περιορισμό και να συνεχίσετε με τον επόμενο, κάντε click **Add**.

- Για αν αποδεχθείτε τον περιορισμό και να επιστρέψετε στο **Solver Parameters** dialog box, κάντε click **OK**.

Σημειώσεις:

- Μπορείτε να εφαρμόσετε **Int** και **Bin** σχέσεις μόνο σε περιορισμούς με μεταβλητά κελιά.
- Όταν υποθέτετε Γραμμικό Μοντέλο (**Linear Model**) επιλέξτε το κουτάκι επιλογής στο **Solver Options** κουτάκι διαλόγου dialog box is selected, δεν υπάρχει όριο στον αριθμό των περιορισμών. Για μη γραμμικά μοντέλα, κάθε μεταβλητο κελί μπορεί να έχει έως 100 περιορισμών, επιπλέον των ορίων στις ακέραιες τιμές των μεταβλητών.

Αλλάζετε ή σβήσετε ένα περιορισμό:

6.5 Στο **Solver Parameters** κουτάκι επιλογής, κάτω από το **Subject to the Constraints**, κάντε click τον περιορισμό (constraint) το οποίο θέλετε να σβήσετε η να το αλλάξετε.

6.6 Κάνετε click **Change** και μετά κάντε τις αλλαγές, ή κάνετε click **Delete**.

7. Κάνετε click **Solve** και μετά ένα από τα εξής:

- Για να κρατήσετε τις τιμές των λύσεων που βρήκατε επιλέξτε **Keep Solver Solution** στο **Solver Results** κουτάκι επιλογής.
- Για να επιστρέψετε στα αρχικά δεδομένα, επιλέξτε **Restore Original Values**.

Βοηθητικές Σημειώσεις

Μπορείς να διακόψεις την διαδικασία επίλυσης πατώντας ESC. Το Microsoft Excel ξανα-υπολογίζει το worksheet με τις τελευταίες τιμές που βρέθηκαν στα μεταβλητά κελιά.

Παράδειγμα Το αρχείο Distribution1

Πρόβλημα Μεταφοράς

Ελαστικοποιήστε το κόστος αποστολής των προϊόντων από τα εργοστάσια στους πελάτες, χωρίς να ξεπερνούν την διαθέσιμη παραγωγή από το κάθε εργοστάσιο και την ζήτηση του κάθε πελάτη.

Κόστος Αποστολής (\$ ανά προϊόν)

	Πελάτες				
	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5
Εργοστάσιο 1	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$1.50
Εργοστάσιο 2	\$2.00	\$2.50	\$2.50	\$1.50	\$1.00

Number of products shipped

	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5	Σύνολο	Χωρητικότητα
Εργοστ 1						0	60,000
Εργοστ 2						0	60,000
Σύνολο	0	0	0	0	0		
Ζήτηση	30,000	23,000	15,000	32,000	16,000		

Συνολικό Κόστος Αποστολής \$0

Οι ΣΕΙΡΕΣ 6 έως 10 δίνουν τα κόστη αποστολής από τα εργοστάσια στους πελάτες.

Η ΣΕΙΡΑ 17 δίνει την συνολική ζήτηση και η Στήλη H την χωρητικότητα.

Τα ΚΕΛΙΑ B14, B15, C14, C15, D14, D15, E14, E15, F14, F15 είναι τα μεταβλητά κελιά (οι μεταβλητές του προβλήματος). Η ΣΤΗΛΗ Σύνολο (G) είναι το άθροισμα που αποστέλλετε σε κάθε πελάτη.

Το ΚΕΛΙ C19 είναι το Target Cell και η formula του κελιού ο Αντικειμενικός Στόχος.

Οι Σχέσεις (Formulas) στο κάθε κελί είναι ως εξής:

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Distribution1" with the following content:

Πρόβλημα Μεταφοράς						
Ελαχιστοποιήστε το κόστος αποστολής των προϊόντων εξορρών την διαθέσιμη παραγωγή από το κάθε εργοστάσιο						
Κόστος Αποστολής (\$ ανά προϊόν)						
	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5	
Εργοστάσιο 1	1,75	2,25	1,5	2	1,5	
Εργοστάσιο 2	2	2,5	2,5	1,5	1	
Number of products shipped						
	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5	Σύνολο
Εργοστ 1						=SUM(B14:F14)
Εργοστ 2						=SUM(B15:F15)
Σύνολο	=SUM(B14:B15)	=SUM(C14:C15)	=SUM(D14:D15)	=SUM(E14:E15)	=SUM(F14:F15)	
Ζήτηση	3000	2300	1500	3200	1600	
Συνολικό Κόστος Αποστολής						
	=SUMPRODUCT(B9:F10,B14:F15)					

The spreadsheet also shows a Solver window with the formula $=SUMPRODUCT(B9:F10,B14:F15)$ in the "Total cost" field.

Από το Tools/Solver επιλογή διαλέξτε τα απεικονιζόμενα κελιά για Set Target Cell (\$C\$19), (Αντικειμενικός Στόχος)

By Changing Cells (\$B\$14:\$F\$15), (Μεταβλητές)

Subject to Constraints (Περιορισμοί)

Ο 1^{ος} Περιορισμός θέτει το Σύνολο των Παραδοτέων σε κάθε πελάτη μεγαλύτερο ή ίσο με την Ζήτηση.

Ο 2^{ος} Περιορισμός θέτει το Σύνολο των Παραδοτέων απο κάθε εργοστάσιο μικρότερο ή ίσο με την Χωρητικότητα.

Ο 3^{ος} Περιορισμός θέτει τις μεταβλητές να είναι μη αρνητικές.

The screenshot shows the Solver Parameters dialog box in Microsoft Excel. The dialog is configured as follows:

- Set Target Cell:** \$C\$19
- Equal To:** Min
- By Changing Cells:** \$B\$14:\$F\$15
- Subject to the Constraints:**
 - \$B\$14:\$F\$15 >= \$B\$22:\$F\$23
 - \$B\$16:\$F\$16 >= \$B\$17:\$F\$17
 - \$G\$14:\$G\$15 <= \$H\$14:\$H\$15

The spreadsheet data is as follows:

	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5	Σύνολο	Χωρητικότητα
Εργαστ 1						0	60,000
Εργαστ 2						0	60,000
Σύνολο	0	0	0	0	0		
Ζήτηση	30,000	23,000	15,000	32,000	16,000		

The Solver Parameters dialog box is open, showing the configuration for the Solver. The target cell is \$C\$19, and the variable cells are \$B\$14:\$F\$15. The constraints are \$B\$14:\$F\$15 >= \$B\$22:\$F\$23, \$B\$16:\$F\$16 >= \$B\$17:\$F\$17, and \$G\$14:\$G\$15 <= \$H\$14:\$H\$15.

Η Λύση που απεικονίζεται πόσα αποστολές από κάθε εργοστάσιο σε κάθε πελάτη.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

Shipping Costs (\$ per product)

Προορισμοί	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5
Εργοστάσιο 1	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$1.50
Εργοστάσιο 2	\$2.00	\$2.50	\$2.50	\$1.50	\$1.00

Number of products shipped

	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5	Σύνολο	Χωρητικότητα
Εργοστ 1	30,000	15,000	15,000	0	0	60,000	60,000
Εργοστ 2	0	8,000	0	32,000	16,000	56,000	60,000
Σύνολο	30,000	23,000	15,000	32,000	16,000		
Ζήτηση	30,000	23,000	15,000	32,000	16,000		

Συνολικό Κόστος Αποστολής: \$192,750

Μη Αρνητικές Τιμές

	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0		

Solver Results Dialog Box:

Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

Reports: Answer, Sensitivity, Limits

Options: Keep Solver Solution, Restore Original Values

Buttons: OK, Cancel, Save Scenario..., Help

Το Answer report που δίνει τις τιμές για την κάθε μεταβλητή, τους binding περιορισμούς και τις τιμές Slack.

Microsoft Excel - Book1

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Acrobat solver

Report Created: 2/23/2004 2:24:05 PM

Target Cell (Min)				
Cell	Name	Original Value	Final Value	
\$C\$19	Συνολικό Κόστος Αποστολής Πελάτη 2	\$0	\$192,750	

Adjustable Cells				
Cell	Name	Original Value	Final Value	
\$B\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 1	0	30,000	
\$C\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 2	0	15,000	
\$D\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 3	0	15,000	
\$E\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 4	0	0	
\$F\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 5	0	0	
\$B\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 1	0	0	
\$C\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 2	0	8,000	
\$D\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 3	0	0	
\$E\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 4	0	32,000	
\$F\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 5	0	16,000	

Constraints						
Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack	
\$G\$14	Εργαστ 1 Σύνολο	60,000	=\$G\$14<=\$H\$14	Binding	0	
\$G\$15	Εργαστ 2 Σύνολο	66,000	=\$G\$15<=\$H\$15	Not Binding	4000	
\$B\$16	Σύνολο Πελάτης 1	30,000	=\$B\$16>=\$B\$17	Binding	0	
\$C\$16	Σύνολο Πελάτης 2	23,000	=\$C\$16>=\$C\$17	Binding	0	
\$D\$16	Σύνολο Πελάτης 3	15,000	=\$D\$16>=\$D\$17	Binding	0	
\$E\$16	Σύνολο Πελάτης 4	32,000	=\$E\$16>=\$E\$17	Binding	0	
\$F\$16	Σύνολο Πελάτης 5	16,000	=\$F\$16>=\$F\$17	Binding	0	
\$B\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 1	30,000	=\$B\$14>=\$B\$22	Not Binding	30,000	
\$C\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 2	15,000	=\$C\$14>=\$C\$22	Not Binding	15,000	
\$D\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 3	15,000	=\$D\$14>=\$D\$22	Not Binding	15,000	
\$E\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 4	0	=\$E\$14>=\$E\$22	Binding	0	
\$F\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 5	0	=\$F\$14>=\$F\$22	Binding	0	
\$B\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 1	0	=\$B\$15>=\$B\$23	Binding	0	
\$C\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 2	8,000	=\$C\$15>=\$C\$23	Not Binding	8,000	
\$D\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 3	0	=\$D\$15>=\$D\$23	Binding	0	
\$E\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 4	32,000	=\$E\$15>=\$E\$23	Not Binding	32,000	
\$F\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 5	16,000	=\$F\$15>=\$F\$23	Not Binding	16,000	

Answer Report 1 / Sensitivity Report 1 / Limits Report 1 / Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

Ready

start SmartDra... 2 Intern... Temp Distribution1 Book1 Microsoft ... 2 Micros... 2:25 PM Monday

Sensitivity Report

Microsoft Excel - Book1

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Acrobat solver

Arial 10 B I U

L32

1 Microsoft Excel 10.0 Sensitivity Report
2 Worksheet: [Book1]Sheet1
3 Report Created: 2/23/2004 2:24:05 PM
4
5
6 Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Gradient
\$B\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 1	30,000	0
\$C\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 2	15,000	0
\$D\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 3	15,000	0
\$E\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 4	0	1
\$F\$14	Εργαστ 1 Πελάτης 5	0	1
\$B\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 1	0	0
\$C\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 2	8,000	0
\$D\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 3	0	1
\$E\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 4	32,000	0
\$F\$15	Εργαστ 2 Πελάτης 5	16,000	0

19
20 Constraints

Cell	Name	Final Value	Lagrange Multiplier
\$G\$14	Εργαστ 1 Σύνολο	60,000	0
\$G\$15	Εργαστ 2 Σύνολο	56,000	0
\$B\$16	Σύνολο Πελάτης 1	30,000	2
\$C\$16	Σύνολο Πελάτης 2	23,000	3
\$D\$16	Σύνολο Πελάτης 3	15,000	2
\$E\$16	Σύνολο Πελάτης 4	32,000	2
\$F\$16	Σύνολο Πελάτης 5	16,000	1

31
32
33
34
35
36

Answer Report 1 / Sensitivity Report 1 / Limits Report 1 / Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

Draw AutoShapes

Ready

start SmartDra... 2 Intern... Temp Distribution1 Book1 Microsoft ... 2 Micros... 2:25 PM Monday

Limits Report

Microsoft Excel - Book1

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Acrobat solver

Microsoft Excel 10.0 Limits Report

Worksheet: [Book1]Limits Report 1
Report Created: 2/23/2004 2:24:05 PM

Cell	Target Name	Value
\$C\$19	Συνολικό Κόστος Αποστολής Πελάτης 2	\$192,750

Cell	Adjustable Name	Value	Lower Limit	Target Result	Upper Limit	Target Result
\$B\$14	Εργοσι 1 Πελάτης 1	30,000	30,000	192,750	30,000	192,750
\$C\$14	Εργοσι 1 Πελάτης 2	15,000	15,000	192,750	15,000	192,750
\$D\$14	Εργοσι 1 Πελάτης 3	15,000	15,000	192,750	15,000	192,750
\$E\$14	Εργοσι 1 Πελάτης 4	0	0	192,750	0	192,750
\$F\$14	Εργοσι 1 Πελάτης 5	0	0	192,750	0	192,750
\$B\$15	Εργοσι 2 Πελάτης 1	0	0	192,750	4,000	200,750
\$C\$15	Εργοσι 2 Πελάτης 2	8,000	8,000	192,750	12,000	202,750
\$D\$15	Εργοσι 2 Πελάτης 3	0	0	192,750	4,000	202,750
\$E\$15	Εργοσι 2 Πελάτης 4	32,000	32,000	192,750	36,000	198,750
\$F\$15	Εργοσι 2 Πελάτης 5	16,000	16,000	192,750	20,000	196,750

Answer Report 1 / Sensitivity Report 1 / Limits Report 1 / Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

Ready

start SmartDra... 2 Intern... Temp Distribution1 Book1 Microsoft ... 2 Micros... 2:25 PM Monday

Εργασία 1

Πώς θα αλλάξει η λύση του προβλήματος αν τα κόστη αποστολής στον Πελάτη 5 αλλάξουν σε \$3.00 ανά προϊόν (λόγω μετακόμισης)

	Προορισμοί				
	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5
Εργοστάσιο 1	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$3.00
Εργοστάσιο 2	\$2.00	\$2.50	\$2.50	\$1.50	\$3.00

Εργασία 2

Πώς θα αλλάξει η λύση του προβλήματος αν προστεθεί ένα ακόμη εργοστάσιο με χωρητικότητα 20,000 και κόστη αποστολής:

	Προορισμοί				
	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5
Εργοστάσιο 1	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$1.50
Εργοστάσιο 2	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$1.00
Εργοστάσιο 3	\$1.00	\$3.50	\$4.50	\$1.50	\$1.00

Εργασία 3

Πώς θα αλλάξει η λύση του προβλήματος αν προστεθεί ένας ακόμη πελάτης με ζήτηση 20,000 και κόστη αποστολής:

	Πελάτης 1	Πελάτης 2	Πελάτης 3	Πελάτης 4	Πελάτης 5	Πελάτης 6
Εργοστάσιο 1	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$1.50	\$2.00
Εργοστάσιο 2	\$1.75	\$2.25	\$1.50	\$2.00	\$1.00	\$3.00
Εργοστάσιο 3	\$1.00	\$3.50	\$4.50	\$1.50	\$1.00	\$2.00