

Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης	Τμήμα Χρηματοοικονομικής και Ελεγκτικής
Management Information Systems	
Εργαστήριο 6	ΤΕΙ Ηπείρου (Παράρτημα Πρέβεζας)

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (OPTIMIZATION) (2^ο σετ σημειώσεων)

Όταν ένα μοντέλο βελτιστοποίησης έχει δημιουργηθεί μπορούμε να το εξερευνήσουμε με διάφορους τρόπους.

Ιεραρχικοί Στόχοι

Το προηγούμενο βελτιστοποιημένο σχέδιο παραγωγής αφήνει **20 μηχανές αχρησιμοποίητες**. Εάν υποθέσουμε ότι αυτές οι υπόλοιπες μηχανές θα είναι ξεπερασμένες μετά από το τρέχον τρέξιμο της παραγωγής, τότε κινούμαστε στο να **αυξήσουμε την χρησιμότητα των μηχανών αντί του κέρδους**.

G14		=SUMPRODUCT(\$C\$2:\$F\$2;C14:F14)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard			
2	Ποσότητα Παραγωγής		0	100	80	370			
3	Κέρδος ανά Μονάδα		1200	1050	930	750			
4									
5	Συνολικό Κέρδος								
6		456900							
7									
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ						
9	Πρώτες Ύλες		Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard	Χρησιμότητα		Διαθεσιμότητα
10	Καραβόπανο		4	0	3	1	610		700
11	Υαλοβάμβακα		8	4	3	2	1380		1380
12	Ρητίνη		3	3	3	2	1280		1280
13	Αλουμίνιο		4	2	2	2	1100		1100
14	Μηχανές		0	1	0	0	100		120

Χρησιμοποιώντας το Excel Solver ή το What's Best παρατηρούμε τις αλλαγές που γίνονται εάν δηλώσουμε το κελί **G14** ως **μέγιστο**:

G14		=SUMPRODUCT(\$C\$2:\$F\$2;C14:F14)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard			
2	Ποσότητα Παραγωγής		0	120	0	0			
3	Κέρδος ανά Μονάδα		1200	1050	930	750			
4									
5	Συνολικό Κέρδος								
6		126000							
7									
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ						
9	Πρώτες Ύλες		Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard	Χρησιμότητα		Διαθεσιμότητα
10	Καραβόπανο		4	0	3	1	0		700
11	Υαλοβάμβακα		8	4	3	2	480		1380
12	Ρητίνη		3	3	3	2	360		1280
13	Αλουμίνιο		4	2	2	2	240		1100
14	Μηχανές		0	1	0	0	120		120

Τώρα οι **μηχανές έχουν μεγιστοποιηθεί** αδιαφορώντας για τον προηγούμενο στόχο που ήταν η μεγιστοποίηση του συνολικού κέρδους. Μπορεί η χρησιμότητα 120 μηχανών να έχει επιτευχθεί **αλλά το κέρδος έχει μειωθεί σημαντικά**, δεν έχουμε πλέον το ποσό των 456.900€. Χρησιμοποιώντας πάλι κάποιο από τα πακέτα βελτιστοποίησης, μπορούμε να

δούμε πόσες μηχανές μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν **απαιτούμε κέρδος 456,000€**. Θα πρέπει να προσθέσουμε τον περιορισμό (**A6>=456000**). Οι αλλαγές που γίνονται είναι:

Το αποτέλεσμα είναι:

G14		=SUMPRODUCT(\$C\$2:\$F\$2;C14:F14)				G	H	I
	A	B	C	D	E	F		
1			Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard		
2	Ποσότητα Παραγωγής		0	115	50	385		
3	Κέρδος ανά Μονάδα		1200	1050	930	750		
4								
5	Συνολικό Κέρδος							
6	456000							
7								
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ					
9	Πρώτες Ύλες		Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard	Χρησιμότητα	Διαθεσιμότητα
10	Καραβόπανο		4	0	3	1	535	700
11	Υαλοβάμβακα		8	4	3	2	1380	1380
12	Ρητίνη		3	3	3	2	1265	1280
13	Αλουμίνιο		4	2	2	2	1100	1100
14	Μηχανές		0	1	0	0	115	120

Που σημαίνει ότι πλέον **μόνο 5 μηχανές δεν χρησιμοποιούνται** και το κέρδος μας είναι **456,000€**.

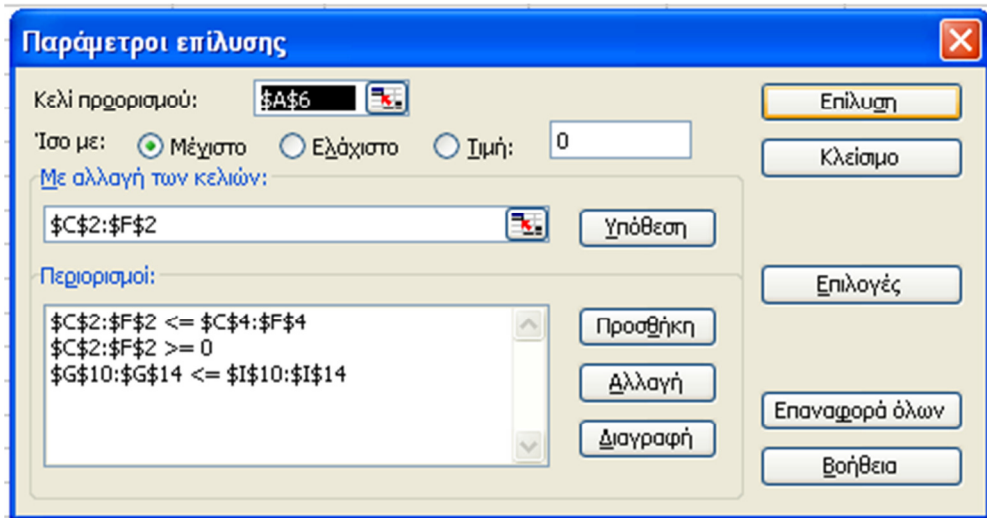
Όρια Αγοράς

Έστω ότι υπάρχει περιορισμός παραγωγής σκαφών στην αγορά:

	Large Sailboat	Motorboat	Small Sailboat	Sailboard
Περιορισμοί Αγοράς	160	130	170	150

(Δουλεύουμε στην άσκηση που έχουμε 20 μηχανές αχρησιμοποίητες): Στην τέταρτη γραμμή του Excel προσθέτουμε τα παραπάνω στοιχεία και έπειτα ορίζουμε τον περιορισμό ότι οι ποσότητες παραγωγής θα είναι μικρότερες των περιορισμένων τιμών της αγοράς.

Το παράθυρο διαλόγου του Excel Solver θα είναι:



Το αποτέλεσμα είναι:

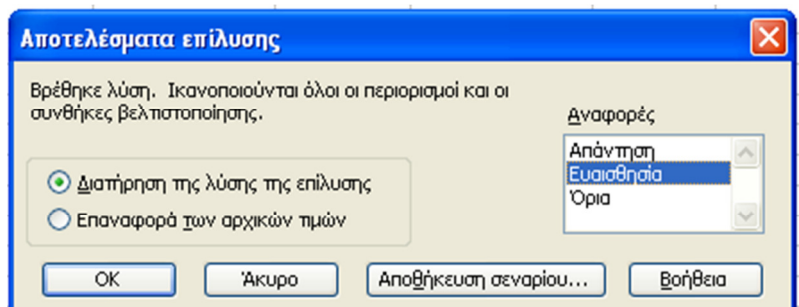
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard			
2	Ποσότητα Παραγωγής		10	120	170	150			
3	Κέρδος ανά Μονάδα		1200	1050	930	750			
4	Όρια αγοράς		160	130	170	150			
5	Συνολικό Κέρδος								
6	408600								
7									
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ						
9	Πρώτες Ύλες		Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard	Χρησιμότητα		Διαθεσιμότητα
10	Καραβόπανο		4	0	3	1	700		700
11	Υαλοβαμβάκα		8	4	3	2	1370		1380
12	Ρητίνη		3	3	3	2	1200		1280
13	Αλουμίνιο		4	2	2	2	920		1100
14	Μηχανές		0	1	0	0	120		120

Απ' ότι βλέπουμε το **καραβόπανο και οι μηχανές έχουν εντελώς εξαντληθεί**. Πόσο όμως θα ωφελούμασταν από τις πρόσθετες μονάδες κάθε υλικού; Η απάντηση είναι σε αυτό που λένε **dual values** (δυϊκές τιμές) και **shadow prices** (σκιώδεις τιμές).

ΤΟ D ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ: ΔΥΪΚΕΣ ΤΙΜΕΣ (DUAL VALUES)

Στο Excel Solver

Εκτελούμε την εντολή Επίλυση του μενού Εργαλεία, έπειτα κάνουμε κλικ στο κουμπί Επίλυση. Στο παράθυρο διαλόγου **Αποτελέσματα επίλυσης**, με ενεργοποιημένο το **Διατήρηση της λύσης της επίλυσης** επιλέγουμε το **Ευαισθησία** και **OK**.



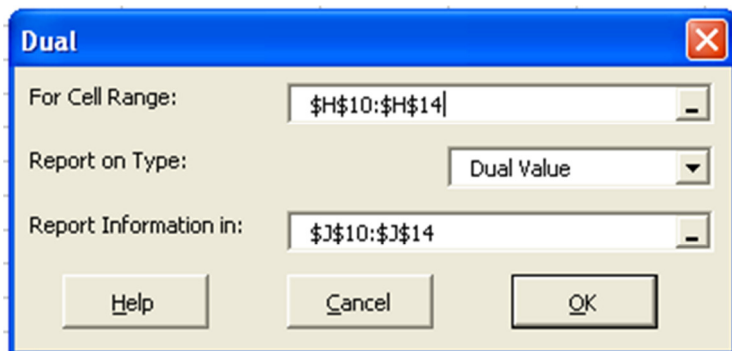
Σε νέο φύλλο εργασίας που δημιουργείται με το όνομα **Αναφορά Ευαισθησίας1**, βλέπουμε μια στήλη με τίτλο σκιώδης τιμή (shadow price) που απεικονίζει την οικονομική αξία των πρόσθετων μονάδων κάθε υλικού.

Κελί	Όνομα	Τελική τιμή	Μειωμένο κόστος	Αντικειμενικός συντελεστής	Επιτρεπόμενη αύξηση	Επιτρεπόμενη μείωση
\$C\$2	Ποσότητα Παραγωγής Large Sailboat	10	0	1200	40,00000002	1200
\$D\$2	Ποσότητα Παραγωγής Motor Boat	120	0	1050	1E+30	1050
\$E\$2	Ποσότητα Παραγωγής Small Sailboat	170	30,00000001	930	1E+30	30,00000001
\$F\$2	Ποσότητα Παραγωγής Sailboard	150	450	750	1E+30	450

Κελί	Όνομα	Τελική τιμή	Σκιώδης τιμή	Περιορισμός R.H. Side	Επιτρεπόμενη αύξηση	Επιτρεπόμενη μείωση
\$G\$10	Καραβόπανο Χρησιμότητα	700	300	700	5	40
\$G\$11	Υαλοβάμβακα Χρησιμότητα	1370	0	1380	1E+30	10
\$G\$12	Ρητίνη Χρησιμότητα	1200	0	1280	1E+30	80
\$G\$13	Αλουμίνιο Χρησιμότητα	920	0	1100	1E+30	180
\$G\$14	Μηχανές Χρησιμότητα	120	1050	120	2,5	120

Στο What's Best

Επιλέγοντας τα κελιά J10:J14 εκτελούμε την εντολή **Advanced → Dual** του μενού **WB!** Στο παράθυρο διαλόγου **Dual** κάνουμε τις παρακάτω αλλαγές:



Το αποτέλεσμα των dual values εμφανίζεται στα κελιά J10:J14, όπως φαίνεται:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard				
2	Ποσότητα Παραγωγής		10	120	170	150				
3	Κέρδος ανά Μονάδα		1200	1050	930	750				
4	Όρια αγοράς		160	130	170	150				
5	Συνολικό Κέρδος									
6		408600								
7										
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ							
9	Πρώτες Ύλες		Large Sailboat	Motor Boat	Small Sailboat	Sailboard	Χρησιμότητα		Διαθεσιμότητα	
10	Καραβόπανο		4	0	3	1	700	=<=	700	300
11	Υαλοβάμβακα		8	4	3	2	1370	<=	1380	0
12	Ρητίνη		3	3	3	2	1200	<=	1280	0
13	Αλουμίνιο		4	2	2	2	920	<=	1100	0
14	Μηχανές		0	1	0	0	120	=<=	120	1050

Τι σημαίνουν οι δυικές τιμές (dual values)?

Το συμπέρασμα είναι ότι δεν ξεμείναμε από υαλοβάμβακα, ρητίνη και αλουμίνιο γιατί ήδη είχαμε μεγάλη ποσότητα. Αυτό σημαίνει ότι με το να βάλουμε παραπάνω ποσότητα δεν αυξάνουμε το κέρδος. Για το λόγο αυτό έχουν δυϊκή τιμή ίση με το μηδέν. Σε αντίθεση με το караβόπανο και τις μηχανές που εάν προστεθεί επιπλέον ποσότητα θα αυξηθεί το κέρδος από 300€ και 1050€ ανά μονάδα αντίστοιχα. Αυτή η πληροφορία είναι πολύ χρήσιμη εάν αποφασίσουμε να αγοράσουμε πρόσθετες πρώτες ύλες για να συνεχίσουμε την παραγωγή.

Μίγμα προϊόντων (product mix)

Σε τέτοιου είδους προβλήματα, ο στόχος της βελτιστοποίησης είναι να βρεθεί η πιο κερδοφόρα λύση με βάση περιορισμένους πόρους εν συγκρίσει επιθυμητών προϊόντων ή δραστηριοτήτων. Τέτοιου είδους παραδείγματα είναι το προηγούμενο παράδειγμα σκαφών.

ΑΣΚΗΣΗ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΠΑΠΟΥΤΣΙΩΝ

A6		=SUMPRODUCT(C2:E2;C3:E3)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1			BASKETBALL	RUNNING	TENNIS			
2	Ποσότητα Παραγωγής		0	0	0			
3	Κέρδος ανά Μονάδα		10,00 €	9,00 €	7,50 €			
4								
5	Συνολικό Κέρδος							
6								
7								
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ					
9	Πόροι		BASKETBALL	RUNNING	TENNIS	Χρησιμότητα		Διαθεσιμότητα
10	Canvas		2	1	1	0		12000
11	Labor hours		4	2	2	0		21000
12	Machine hours		2	3	2	0		19500
13	Rubber		2	1	2	0		16500

Τι ποσότητες παραγωγής αυξάνουν το συνολικό κέρδος?

Το αποτέλεσμα είναι:

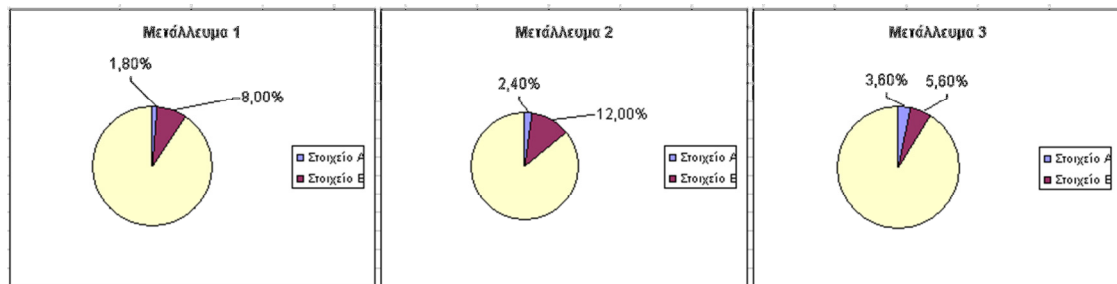
A6		=SUMPRODUCT(C2:E2;C3:E3)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1			BASKETBALL	RUNNING	TENNIS			
2	Ποσότητα Παραγωγής		1500	1500	6000			
3	Κέρδος ανά Μονάδα		10,00 €	9,00 €	7,50 €			
4								
5	Συνολικό Κέρδος							
6								73500
7								
8			ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΠΡΟΪΟΝ					
9	Πόροι		BASKETBALL	RUNNING	TENNIS	Χρησιμότητα		Διαθεσιμότητα
10	Canvas		2	1	1	10500		12000
11	Labor hours		4	2	2	21000		21000
12	Machine hours		2	3	2	19500		19500
13	Rubber		2	1	2	16500		16500

✚ Μίξη (blending)

Προβλήματα μίξης εμφανίζονται στην παραγωγή της βενζίνης και άλλων πετρελαιοειδών, χημικών ουσιών, χρωμάτων, κραμάτων, λιπασμάτων και επεξεργασμένων τροφίμων. Αντίθετα από το πρόβλημα μιγμάτων προϊόντων στο οποίο ένα **ενιαίο σύνολο πρώτων υλών** θα μπορούσε να συνδυαστεί σε πολλούς διαφορετικούς τύπους προϊόντων, εδώ ένας **ενιαίος τύπος προϊόντος μπορεί να παραχθεί από πολλούς διαφορετικούς συνδυασμούς πρώτων υλών**. Στα προβλήματα συνδυασμού, **ο στόχος είναι γενικά να ελαχιστοποιηθεί το κόστος ανά μονάδα του τελικού προϊόντος, και οι περιορισμοί πρόκειται να επιβάλουν τα σωστά ποσοστά των συστατικών**.

Στο επόμενο παράδειγμα, τα **διάφορα συστατικά** συνδυάζονται για να **διαμορφώσουν ένα κράμα μετάλλων**. Οι χημικές απαιτήσεις είναι ότι το κράμα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον 9% του στοιχείου A και μεταξύ 6.5% και 11% του στοιχείου B.

Οι πρώτες ύλες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτό το κράμα είναι τρία μεταλλεύματα με τη χημική ανάλυση που παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα, και το στοιχείο A στην καθαρή μορφή του.



Το κόστος των πρώτων υλών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Παρατηρούμε ότι το στοιχείο A στην καθαρή μορφή του είναι πολύ ακριβότερο από οποιαδήποτε από τα μεταλλεύματα. **Ο στόχος είναι να καλυφθούν οι χημικές απαιτήσεις με ελάχιστο κόστος ανά τόνο.**

Πρώτη Ύλη	Κόστος ανά Τόνο
Μετάλλευμα 1	50€
Μετάλλευμα 2	60€
Μετάλλευμα 3	40€
Στοιχείο A	8000€

Εξερευνώντας το μοντέλο συνδυασμού

Γράφουμε στο Excel τα παρακάτω δεδομένα:

	A	B	C	D	E	F
1	Προδιαγραφές μεταλλεύματος					
2			Μετάλλευμα 1	Μετάλλευμα 2	Μετάλλευμα 3	Καθαρό Στοιχείο A
3	Ποσοστά στο μείγμα		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	Κόστος ανά τόνο		50 €	60 €	40 €	8.000 €
5	Ανάλυση					
6		Στοιχείο A	1,80%	2,40%	3,60%	100%
7		Στοιχείο B	8,00%	12,00%	5,60%	0%
8						
9		Απαιτήσεις μίγματος			Συνολικό κόστος ανά τόνο	
10						0,00 €
11		Σύνολο				
12			0%		100%	
13						
14		Πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 9% στοιχείου A'				
15			0%		9%	
16						
17		Πρέπει να περιέχει από 6,5% έως 11% στοιχείου B'				
18			0%		6,50%	
19					11,00%	
20						
21						
22	F10	=SUMPRODUCT(C3:F3;C4:F4)				
23	C12	=SUM(C3:F3)				
24	C15	=SUMPRODUCT(C3:F3;C6:F6)				
25	C18	=SUMPRODUCT(C3:F3;C7:F7)				
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						

Το μετάλλευμα 1 κοστίζει 50€ ανά τόνο.
 Το μετάλλευμα 2 κοστίζει 60€ ανά τόνο.
 Το μετάλλευμα 3 κοστίζει 50€ ανά τόνο.
 Το κόστος του καθαρού στοιχείου A είναι 8.000€ ανά τόνο.

Το μετάλλευμα 1 περιέχει 1,8% στοιχείου A και 8% στοιχείου B.
 Το μετάλλευμα 2 περιέχει 2,4% στοιχείου A και 12% στοιχείου B.
 Το μετάλλευμα 3 περιέχει 3,6% στοιχείου A και 5,6% στοιχείου B.

Θα πρέπει να κατασκευαστεί με το μικρότερο κόστος το μίγμα με τις εξής απαιτήσεις:
 A) τουλάχιστον 9% στοιχείου A
 B) τουλάχιστον 6,5% και το πολύ 11,00% στοιχείου B

Η μέθοδος ABC στο μοντέλο Συνδυασμού

- A. Τα adjustable κελιά ή changing κελιά είναι τα C3:F3 και αντιπροσωπεύουν το ποσοστό κάθε πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται στο κράμα.
- B. Η καλύτερη λύση είναι στο κελί F10 που ελαχιστοποιεί το τελικό κόστος ανά τόνο.
- C. Οι περιορισμοί είναι οι εξής:
- Το συνολικό ποσοστό δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 100%,
 - Το μίγμα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 9% στοιχείου A.
 - Το μίγμα πρέπει να περιέχει μεταξύ 6.5% και 11% στοιχείου B.
 - Τα adjustable κελιά θα πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή ίσα του μηδενός.

Η ABC μέθοδος αποδίδεται στο πλαίσιο διαλόγου του Excel Solver ως εξής:

Solver Parameters

Set Objective:

To: Max Min Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

- \$C\$12 = \$E\$12
- \$C\$15 >= \$E\$15
- \$C\$18 <= \$E\$19
- \$C\$18 >= \$E\$18
- \$C\$3:\$F\$3 >= 0

Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Solving Method

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

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

Το αποτέλεσμα είναι:

	A	B	C	D	E	F
1	Προδιαγραφές μεταλλεύματος					
2			Μετάλλευμα 1	Μετάλλευμα 2	Μετάλλευμα 3	Καθαρό Στοιχείο A
3	Ποσοστά στο μείγμα		0,00%	19,17%	74,99%	5,84%
4	Κόστος ανά τόνο		50 €	60 €	40 €	8.000 €
5	Ανάλυση					
6		Στοιχείο A	1,80%	2,40%	3,60%	100%
7		Στοιχείο B	8,00%	12,00%	5,60%	0%
8						
9	Απαιτήσεις μίγματος			Συνολικό κόστος ανά τόνο		
10						508,72 €
11	Σύνολο					
12			100%		100%	
13						
14	Πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 9% στοιχείου A'					
15			9%		9%	
16						
17	Πρέπει να περιέχει από 6,5% έως 11% στοιχείου B'					
18			7%		6,50%	
19					11,00%	