

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΑΚ. ΕΤΟΣ 2011-2012

**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ
LINDO**



LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer)

□ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LINDO

Το LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer) είναι ένα πολύ γνωστό λογισμικό για την επίλυση προβλημάτων γραμμικού, ακέραιου ή τετραγωνικού προγραμματισμού

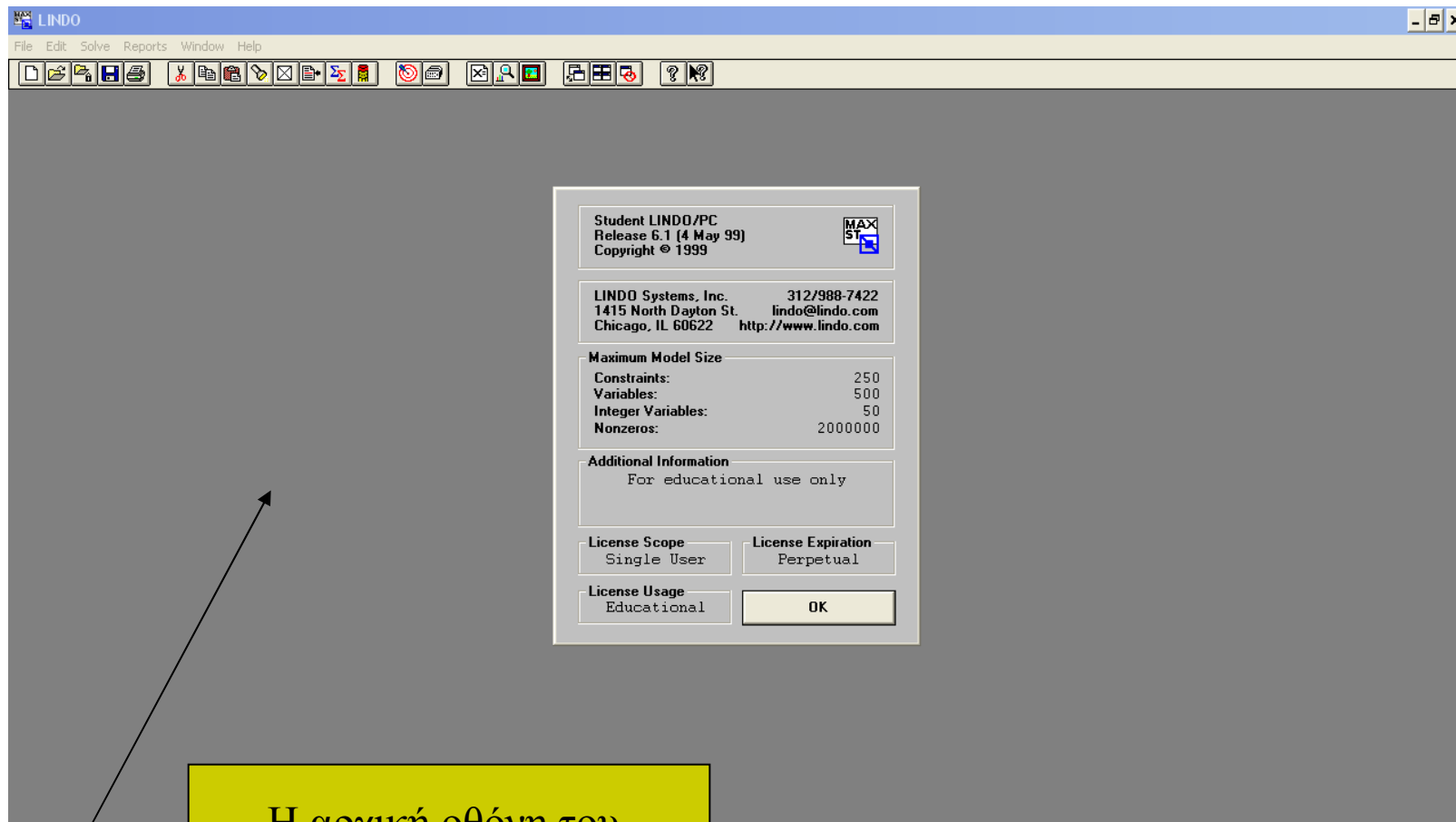
ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ

- Η εγκατάσταση είναι συμβατή με ανάλογο παραθυρικά προγράμματα των windows.
- Η εκκίνηση του προγράμματος γίνεται ένα κάνουμε διπλό κλικ στο παρακάτω κουμπί



Lindo.Ink

ΑΡΧΙΚΗ ΟΘΟΝΗ



Η αρχική οθόνη του
προγράμματος LINDO



ΣΥΝΤΟΜΑ TIPS 1

- Το πρόγραμμα επιτρέπει την χρήση ονομάτων αντί των χαρακτήρων $X1$ αρκεί να μην ξεπερνούν τους οκτώ χαρακτήρες.
- Επίσης μπορούμε να ονοματίσουμε και τους περιορισμούς του προβλήματος με τον ίδιο κανόνα ονοματολογίας.
- Οι αριθμητικοί τελεστές που αναγνωρίζει το πρόγραμμα είναι . Για ανισοτικές σχέσεις των μορφών αρκεί να γράψουμε .



ΣΥΝΤΟΜΑ TIPS 2

- Το πρόγραμμα δεν ξεχωρίζει κεφαλαία από μικρά και τα μετατρέπει όλα σε κεφαλαία.
- Όλες οι μεταβλητές από το πρόγραμμα θεωρούνται ως μη αρνητικές και δεν απαιτείται η είσοδος περιορισμών της μορφής .
- Προφανώς τόσο οι περιορισμοί αλλά και η αντικειμενική συνάρτηση μπορούν να γραφούν με περισσότερες από μια γραμμές
- Σχόλια μπορούν αν εισέλθουν με την χρήση θαυμαστικού.

ΜΟΡΦΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

- **Max** (ή **Min**) {εξίσωση προς βελτιστοποίηση}
- **s.t.** ή **subject to**
- {περιορισμός 1}
- {περιορισμός 2}
- ...
- ...
- **END**
- {προαιρετικές εντολές}

ΣΥΝΤΟΜΑ TIPS 3

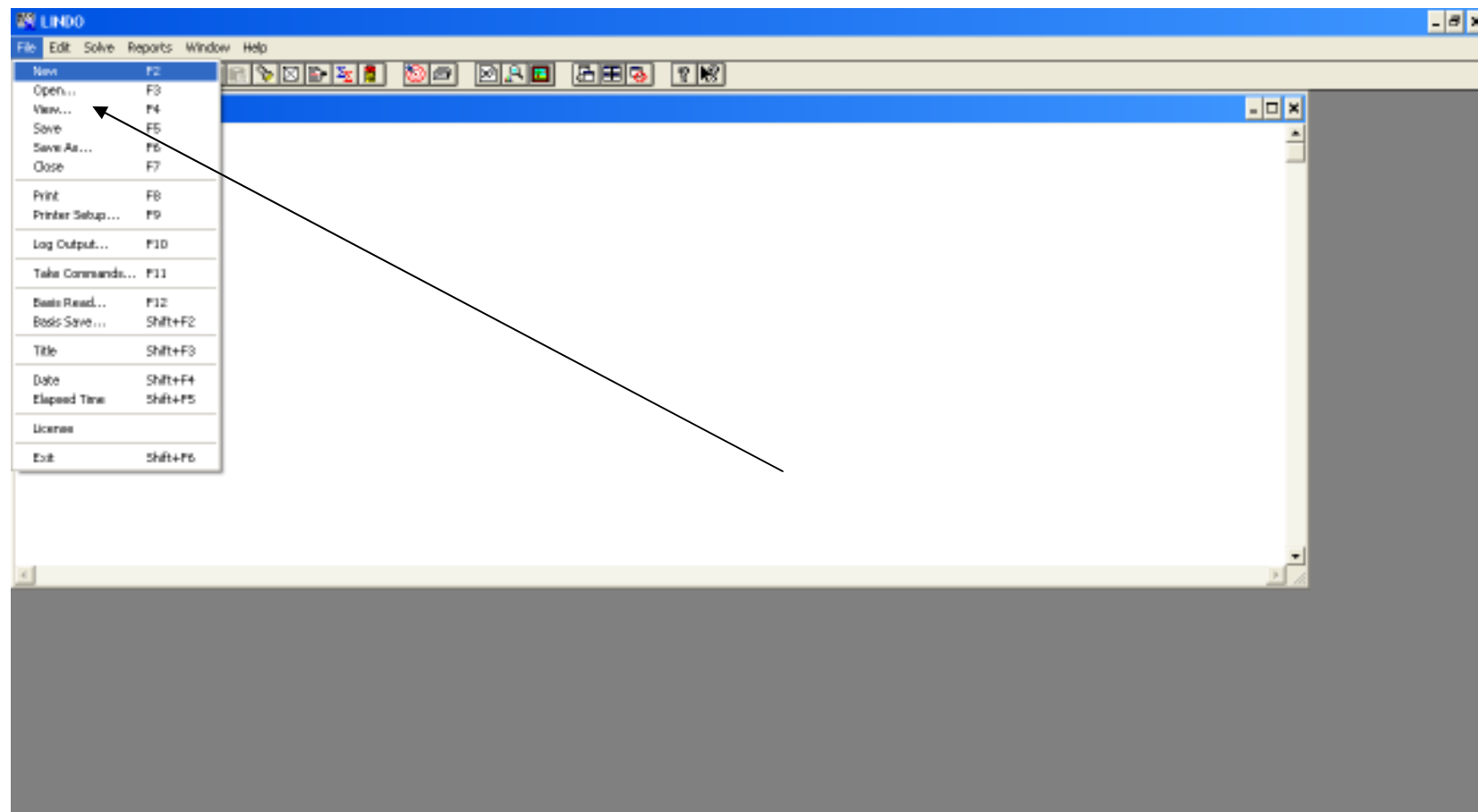
- **Free** => Καθορίζει το αν κάποια μεταβλητή δεν έχει κανένα
 - όριο (urs) οπότε μπορεί να λάβει οποιαδήποτε πραγματική
 - τιμή, θετική ή αρνητική.
- **GIN** => Καθορίζει το αν κάποια μεταβλητή μπορεί να πάρει μόνο ακέραιες θετικές τιμές.
- **INT** => Καθορίζει το αν κάποια μεταβλητή μπορεί να πάρει μόνο τις τιμές **0** ή **1** (binary values).



ΣΥΝΤΟΜΑ TIPS 4

- **SLB, SUB** => Καθορίζουν ένα απλό κάτω ή άνω όριο για μια μεταβλητή.
- **QCP** => Χρησιμοποιείται σε πρότυπα τετραγωνικού προγραμματισμού για τον καθορισμό της αρχής των «πραγματικών» μεταβλητών.
- **TITLE** => Καθορίζει τον τίτλο του προτύπου.

Menu FILE στο παράθυρο του LINDO





Menu FILE στο παράθυρο του LINDO

- **New** (εικονίδιο , πλήκτρο F2): Δημιουργεί νέο, κενό παράθυρο εργασίας για την εισαγωγή προτύπου γραμμικού προγραμματισμού.
- **Open** (εικονίδιο , πλήκτρο F3): Ανοίγει υπάρχον αρχείο της LINDO, το οποίο περιέχει πρότυπο γραμμικού προγραμματισμού.



Menu FILE στο παράθυρο του LINDO

- **View** (εικονίδιο , πλήκτρο F4): Στην περίπτωση μεγάλων προτύπων, η LINDO δίνει τη δυνατότητα προεπισκόπησης του προτύπου χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα διόρθωσης αυτού μέσα από το περιβάλλον της. Για τον λόγο αυτόν χρησιμοποιείται η εντολή View. Το πρότυπο μπορεί παρόλα αυτά να επιλυθεί από τη LINDO.
- **Save/Save as** (εικονίδιο , πλήκτρο F5/F6): Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ενός προτύπου που έχει εισαχθεί στο περιβάλλον εργασίας της LINDO. Η εντολή “Save” χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προτύπου με προϋπάρχον όνομα (το οποίο αν δεν υπάρχει, ζητείται η εισαγωγή του), ενώ η εντολή “Save as...” χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προτύπου με νέο όνομα. Όταν ζητείται νέο όνομα, εμφανίζεται παράθυρο διαλόγου (Εικόνα

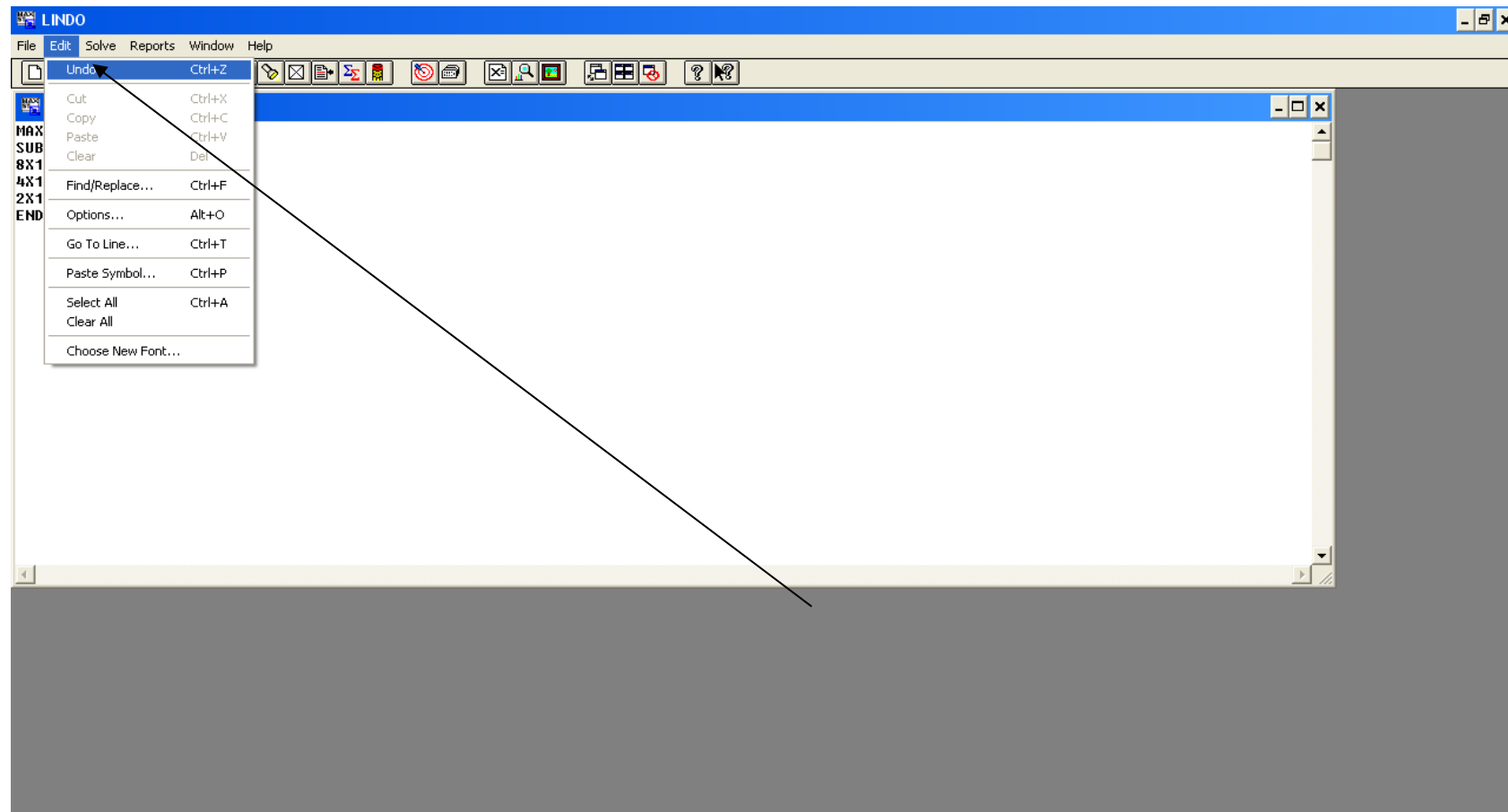


Menu FILE στο παράθυρο του LINDO

- **Close** (πλήκτρο F7): Κλείνει το ενεργό παράθυρο εργασίας.
- **Print** (εικονίδιο , πλήκτρο F8): Εκτυπώνει το ενεργό παράθυρο εργασίας ή αναφοράς.
- **Printer Setup** (πλήκτρο F9): Εμφανίζει το παράθυρο αλλαγής παραμέτρων του εκτυπωτή (π.χ. τύπος σελίδας, ποιότητα εκτύπωσης κ.λ.π.)

(Οι λοιπές εντολές ομοιάζουν με εντολές ανάλογων προγραμμάτων windows)

Menu EDIT στο παράθυρο του LINDO





Menu EDIT στο παράθυρο του LINDO

- **Undo** (πλήκτρο Ctrl+Z): Αναιρεί την τελευταία ενέργεια του χρήστη.
- **Cut** (εικονίδιο πλήκτρο Ctrl+X): Αποκόπτει επιλεγμένο κείμενο από παράθυρο εργασίας ή αναφοράς.
- **Copy** (εικονίδιο πλήκτρο Ctrl+C): Αντιγράφει επιλεγμένο κείμενο από παράθυρο εργασίας ή αναφοράς.
- **Paste** (εικονίδιο πλήκτρο Ctrl+V): Επικολλά επιλεγμένο κείμενο στο παράθυρο εργασίας.
- **Clear** (πλήκτρο Del): Διαγράφει το επιλεγμένο
- (η διαγραφή δεν αναιρείται από την εντολή Undo).



Menu EDIT στο παράθυρο του LINDO

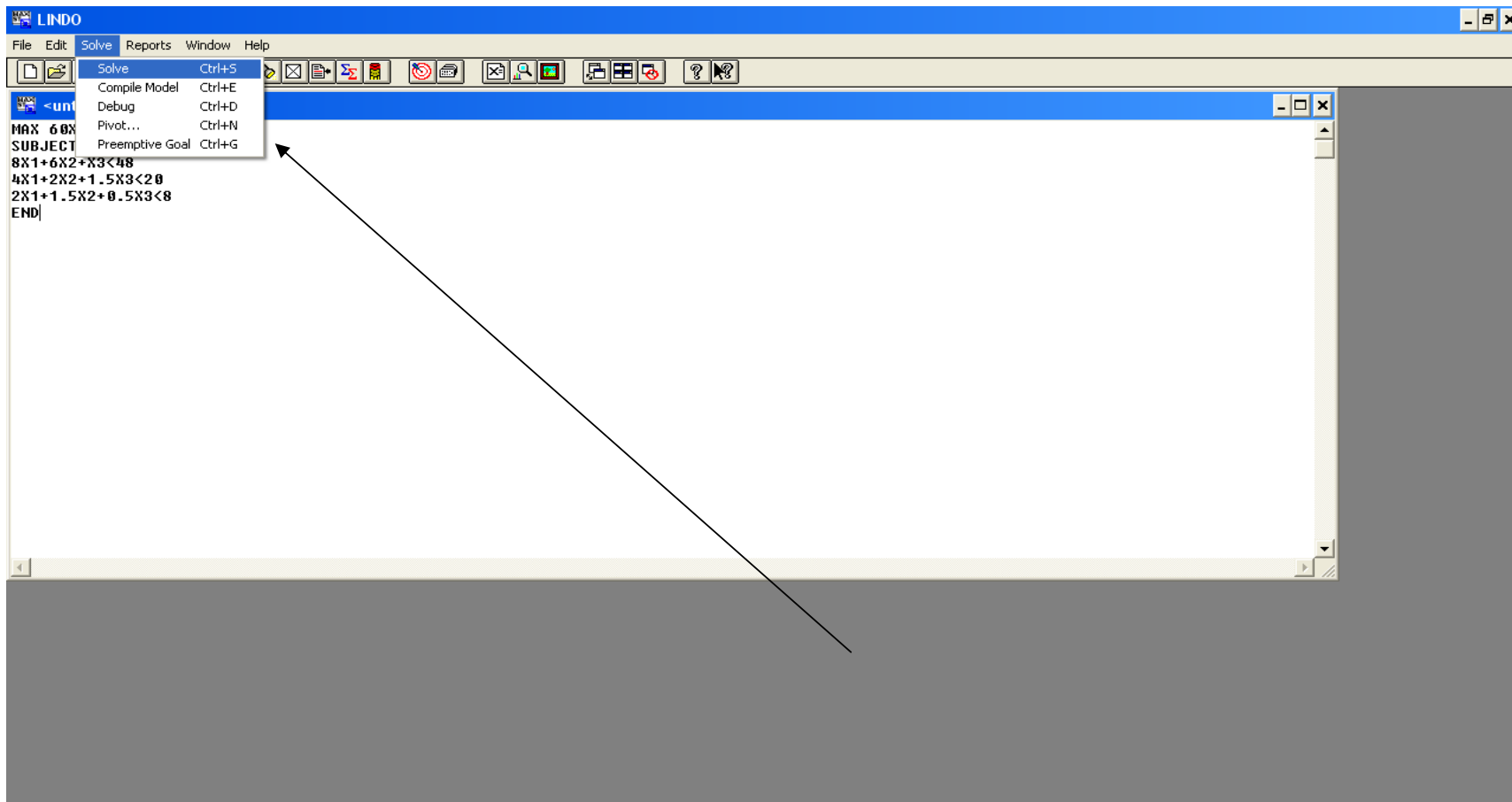
- **Find/Replace** (εικονίδιο πλήκτρο Ctrl+F): Χρησιμοποιείται για την εύρεση (και αντικατάσταση αν αυτό είναι επιθυμητό) κειμένου που εισάγεται σε παράθυρο διαλόγου, στο ενεργό παράθυρο εργασίας.
- **Options** (πλήκτρο Alt+O): Η εντολή αυτή εμφανίζει παράθυρο διαλόγου από το οποίο μπορούν να τροποποιηθούν παράμετροι λειτουργίας της LINDO:
- **Go To Line...** (πλήκτρο Ctrl + T): Χρησιμοποιείται για την μεταφορά σε συγκεκριμένη γραμμή του ενεργού παραθύρου εργασίας, στην αρχή ή το τέλος του, μέσω παραθύρου διαλόγου (Εικόνα Α.17).



Menu EDIT στο παράθυρο του LINDO

- **Select All** (πλήκτρο Ctrl+A): Επιλέγει όλο το περιεχόμενο του ενεργού παραθύρου εργασίας ή αναφοράς.
- **Clear All** (εικονίδιο): Σβήνει όλο το περιεχόμενο του ενεργού παραθύρου εργασίας ή αναφοράς.
- **Choose New Font**: Εμφανίζει παράθυρο διαλόγου (Εικόνα Λ.19) από το οποίο μπορεί να αλλαχθεί ο τύπος, η διάσταση και τα χαρακτηριστικά της χρησιμοποιούμενης γραμματοσειράς.

Menu SOLVE στο παράθυρο του LINDO






Εφαρμογή 1

- MAX $60X_1+30X_2+20X_3$
- SUBJECT TO
- $8X_1+6X_2+X_3<48$
- $4X_1+2X_2+1.5X_3<20$
- $2X_1+1.5X_2+0.5X_3<8$
- END

Menu SOLVE στο παράθυρο του LINDO

- **Solve** (εικονίδιο , πλήκτρο Ctrl+S): Η εντολή αυτή επιλύει το πρότυπο που βρίσκεται στο ενεργό παράθυρο εργασίας. Πραγματοποιείται η επίλυση οπότε εμφανίζεται παράθυρο διαλόγου στο οποίο δίνονται γενικά στοιχεία για τη λύση του προτύπου (παράθυρο κατάστασης) και παράθυρο αναφοράς στο οποίο δίνεται η αναλυτική επίλυση του προτύπου (το ένα παράθυρο μπορεί να επικαλύπτει το άλλο). Στο παράθυρο κατάστασης φαίνεται η κατάσταση επίλυσης του προτύπου (Status), το οποίο μπορεί να έχει:
 - βέλτιστη λύση (Optimal),
 - να είναι μη φραγμένο (Unbounded)
 - να μην έχει βέλτιστη λύση (Infeasible).

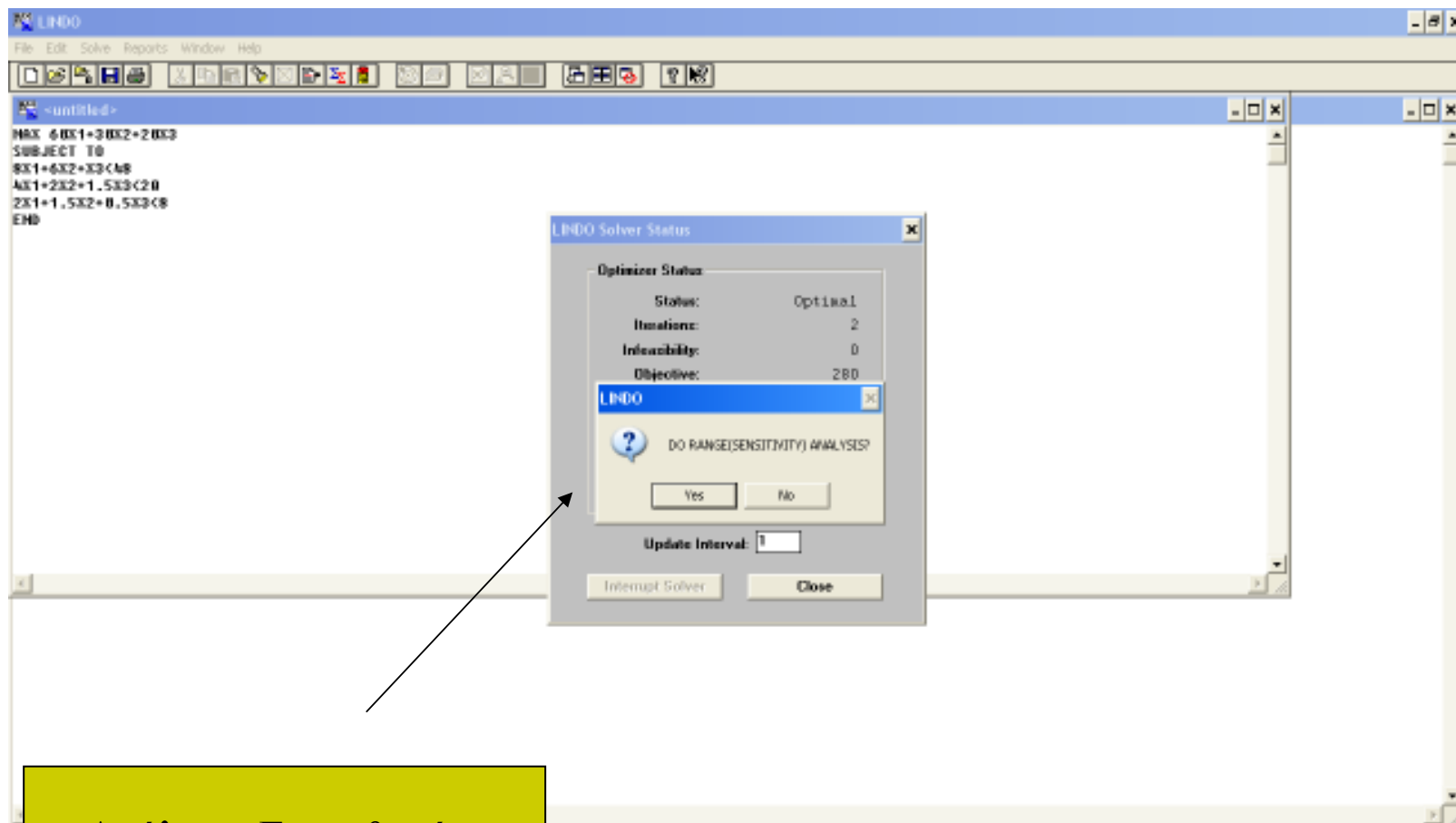


Menu SOLVE στο παράθυρο του LINDO

Επίσης φαίνεται ο αριθμός των επαναλήψεων (Iterations), σε ποια επανάληψη υπήρξε αδυναμία εύρεσης βέλτιστης λύσης αν υπήρξε (Infeasibility), η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης (Objective), στοιχεία επίλυσης αν το πρόβλημα αφορούσε ακέραιο προγραμματισμό (Best IP, IP Bound, Branches) και ο χρόνος επίλυσης (Elapsed Time).

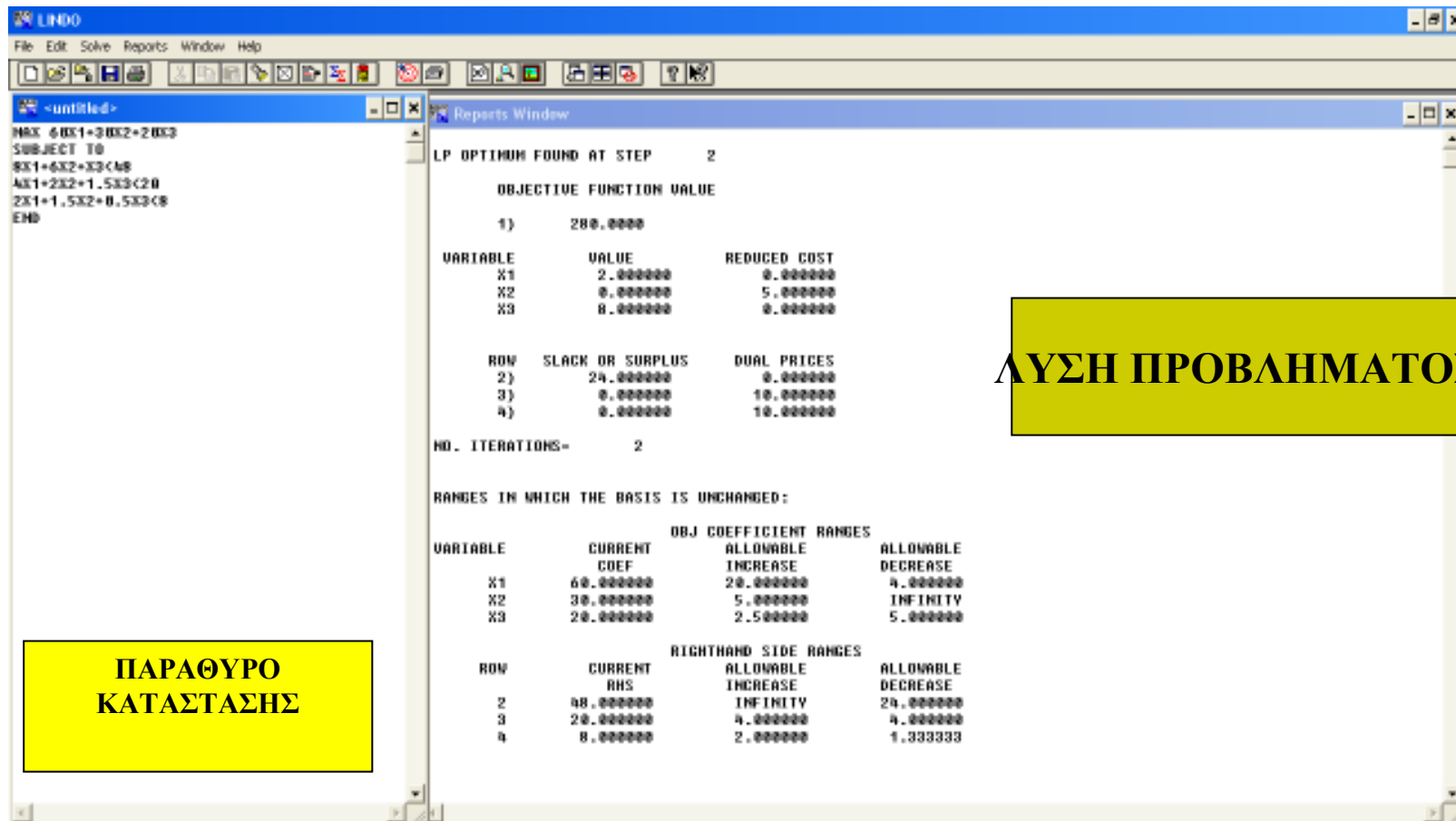
Menu SOLVE στο παράθυρο του LINDO

LINDO



Ανάλυση Ευαισθησίας

Menu SOLVE στο παράθυρο του LINDO



The screenshot shows the LINDO software interface. The main window displays the following text:

```
MAX 60X1+30X2+20X3
SUBJECT TO
5X1+4X2+X3<=48
4X1+2X2+1.5X3<=20
2X1+1.5X2+0.5X3<=8
END
```

The 'Reports Window' shows the following results:

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)	280.0000
----	----------

VARIABLE VALUE REDUCED COST

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2.000000	0.000000
X2	0.000000	5.000000
X3	8.000000	0.000000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES

2)	24.000000	0.000000
3)	0.000000	10.000000
4)	0.000000	10.000000

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	60.000000	20.000000	4.000000
X2	30.000000	5.000000	INFINITY
X3	20.000000	2.500000	5.000000

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	48.000000	INFINITY	24.000000
3	20.000000	4.000000	4.000000
4	8.000000	2.000000	1.333333

ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Menu SOLVE στο παράθυρο του LINDO

LINDO - [Reports Window]

File Edit Solve Reports Window Help

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 280.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2.000000	0.000000
X2	0.000000	5.000000
X3	8.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	24.000000	0.000000
3)	0.000000	10.000000
4)	0.000000	10.000000

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	60.000000	20.000000	4.000000
X2	30.000000	5.000000	INFINITY
X3	20.000000	2.500000	5.000000

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	48.000000	INFINITY	24.000000
3	20.000000	4.000000	4.000000
4	8.000000	2.000000	1.333333

ΛΥΣΗ

- **LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2**
- **OBJECTIVE FUNCTION VALUE**
- **1) 280.0000** (Τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης)
- | VARIABLE | VALUE | REDUCED COST |
|-----------------|-----------------|---------------------|
| X1 | 2.000000 | 0.000000 |
| X2 | 0.000000 | 5.000000 |
| X3 | 8.000000 | 0.000000 |
- Για κάθε μεταβλητή παίρνομε την βέλτιστη τιμή (VALUE) καθώς και το ευκαιριακό κόστος (REDUCED COST). Η X2 μεταβλητή θα πρέπει να ελαττωθεί κατά 5 μονάδες ενώ η X1 & X3 οορίζουν την άριστη λύση.

ΛΥΣΗ

- | <input type="checkbox"/> | ROW | SLACK OR SURPLUS | DUAL |
|--------------------------|---------------|-------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | PRICES | | |
| <input type="checkbox"/> | 2) | 24.000000 | 0.000000 |
| <input type="checkbox"/> | 3) | 0.000000 | 10.000000 |
| <input type="checkbox"/> | 4) | 0.000000 | 10.000000 |
- Ακολουθούν οι περιθώριες μεταβλητές καθώς και οι δυικές τιμές αυτών.
- NO. ITERATIONS= 2**

ΛΥΣΗ

□ **RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:**

- Με βάση την παραπάνω εντολή το πρόγραμμα δίνει την ευκαιρία στον χρήστη να πραγματοποιήσει ανάλυση ευαισθησίας στους αντικειμενικούς συντελεστές καθώς και στους περιορισμούς

□ **OBJ COEFFICIENT RANGES**

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	60.000000	20.000000	4.000000
X2	30.000000	5.000000	INFINITY
X3	20.000000	2.500000	5.000000

- Στο παραπάνω μέρος γίνεται αναφορά στους αντικειμενικούς συντελεστές ενώ στο παρακάτω στους περιορισμούς.

□ **RIGHTHAND SIDE RANGES**

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	48.000000	INFINITY	24.000000
3	20.000000	4.000000	4.000000
4	8.000000	2.000000	1.333333



Menu SOLVE (Command Compile)

- **Compile Model** (πλήκτρο Ctrl+E): Η εντολή αυτή πραγματοποιεί έλεγχο στη σύνταξη του προτύπου. Αν βρεθεί σφάλμα στο πρότυπο, η διαδικασία τερματίζεται και ο κέρσορας τοποθετείται στη γραμμή του προτύπου όπου υπάρχει αυτό, στο παράθυρο εργασίας.



Menu SOLVE (Command Debug)

□ **Debug** (πλήκτρο Ctrl+D): Εξετάζει αν το πρότυπο δεν έχει βέλτιστη λύση και είναι είτε μη φραγμένο, είναι αδύνατη η εύρεση βέλτιστης λύσης. Αν το πρότυπο είναι μη φραγμένο, εντοπίζονται περιορισμοί που αν δεν συμπεριληφθούν υπάρχει βέλτιστη λύση (SUFFICIENT SET (ROWS)) και περιορισμοί που δεν πρέπει να συμπεριληφθούν ώστε το πρότυπο να έχει βέλτιστη λύση.



Menu SOLVE (Command Debug)

Αν το πρότυπο δεν δύναται να έχει βέλτιστη λύση, εντοπίζονται μεταβλητές που είναι υπαίτιες για την αδυναμία αυτή (SUFFICIENT SET (COLS)) και σύνολα μεταβλητών που πρέπει να ελεγχθούν ώστε να αντιμετωπιστεί η ανυπαρξία βέλτιστης λύσης (NECESSARY SET (COLS)).

Menu SOLVE (Command **Preemptive Goal**)

□ **Preemptive Goal** (πλήκτρο Ctrl+G):

Χρησιμοποιείται για να οριστούν περισσότερες από μια αντικειμενικές συναρτήσεις στο πρότυπο και η σειρά προτεραιότητας αυτών.



Menu SOLVE (Command Pivot)

- Με την εντολή PIVOT (Ctrl+N) και σε συνδυασμό με την εντολή Report/Tableau μπορούμε να βλέπουμε και να τυπώνουμε στο παράθυρο αναφορών τα ενδιάμεσα βήματα της SIMPLEX μεθόδου.

Menu SOLVE (Command Pivot)

The screenshot shows the LINDO software interface. The main window displays the following linear programming problem:

```
MAX 6 X1+3 X2+2 X3
SUBJECT TO
8 X1+6 X2+ X3<=48
4 X1+2 X2+1.5 X3<=8
2 X1+1.5 X2+0.5 X3<=8
END
```

The Reports Window shows the optimal solution:

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	24.000000	0.000000
3)	0.000000	10.000000
4)	0.000000	10.000000

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

UARI

Pivot ...

Pivot Variable:

- LINDO's
- Use Mine

My Variable Selection: []

Pivot Row:

- LINDO's
- Use Row

My Row Selection: []

Buttons: OK, Cancel, Help

SUFFICIENT SET (ROWS), CORRECT ONE OF:

- 4) $2 X_1 + 1.5 X_2 + 0.5 X_3 \leq 8$

SUBJECT TO

- 2) $8 X_1 + 6 X_2 + X_3 \leq 48$

SUFFICIENT SET (ROWS), CORRECT ONE OF:

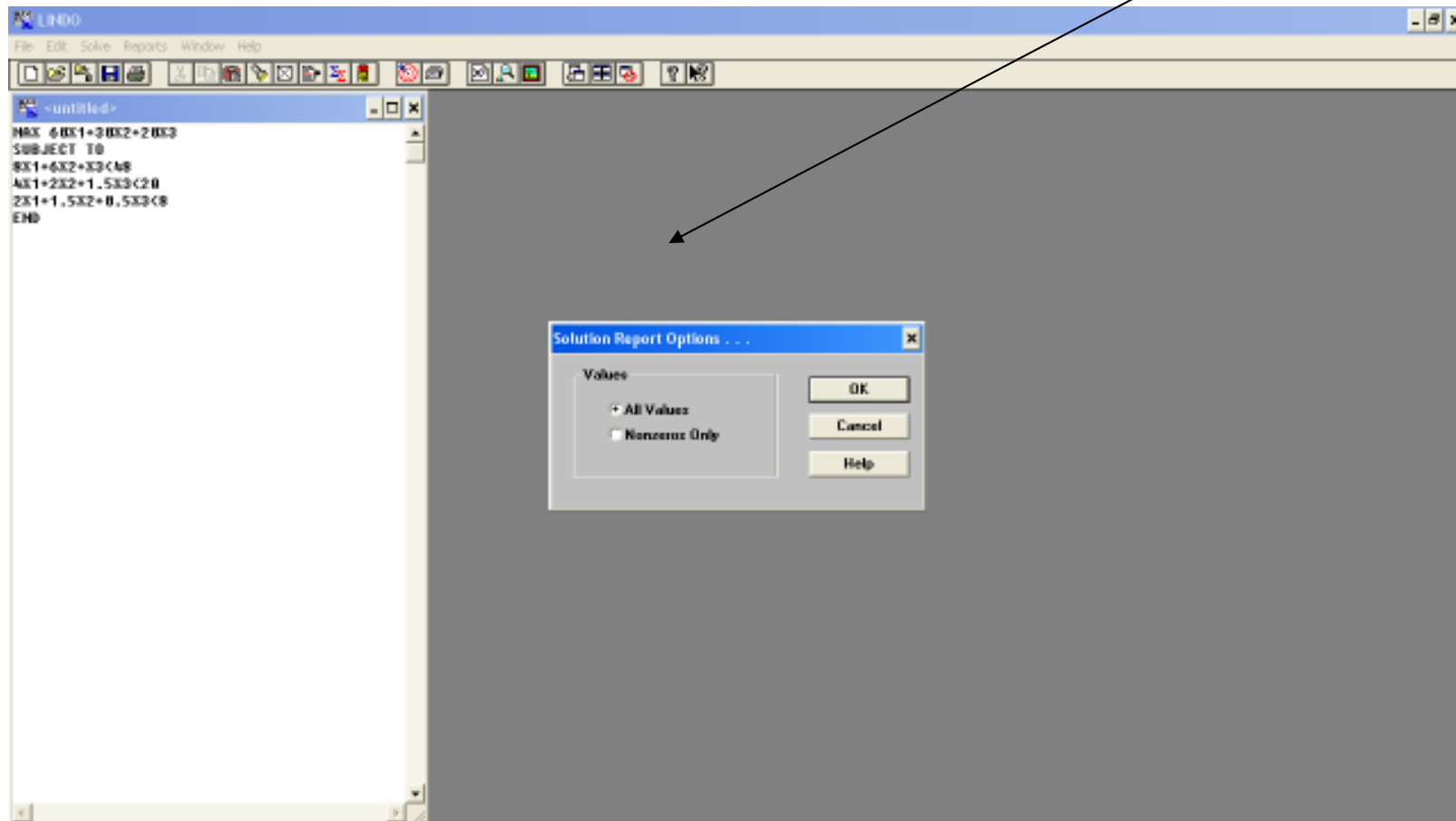
- 4) $2 X_1 + 1.5 X_2 + 0.5 X_3 \leq 8$

SUBJECT TO

- 2) $8 X_1 + 6 X_2 + X_3 \leq 48$

Menu REPORTS

Solution





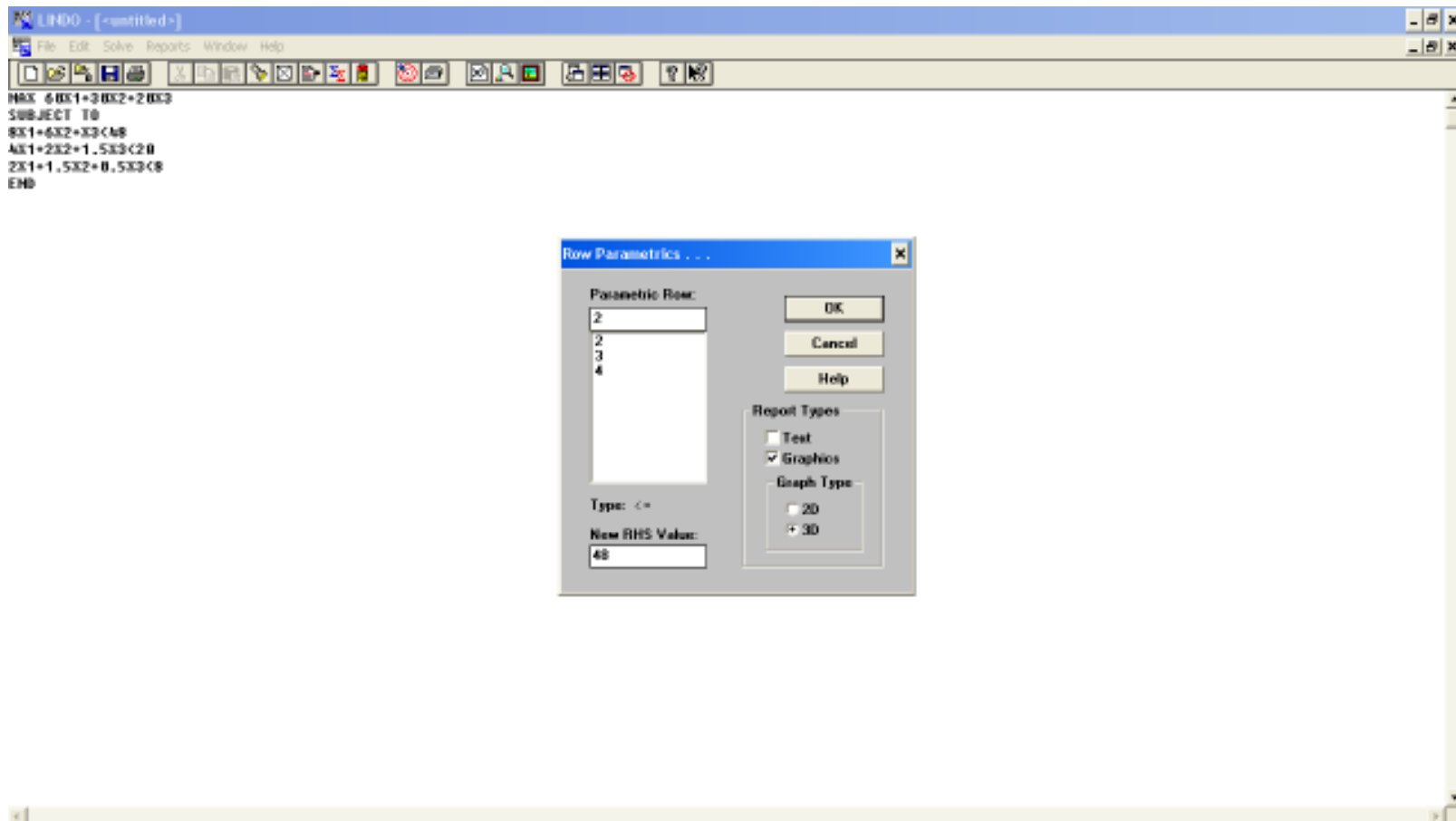
Menu REPORTS (Command Range)

- Αντίστοιχα από την εντολή Range έχουμε στα αποτελέσματά μας την ανάλυση ευαισθησίας των αντικειμενικών συντελεστών του μοντέλου καθώς και των περιορισμών.

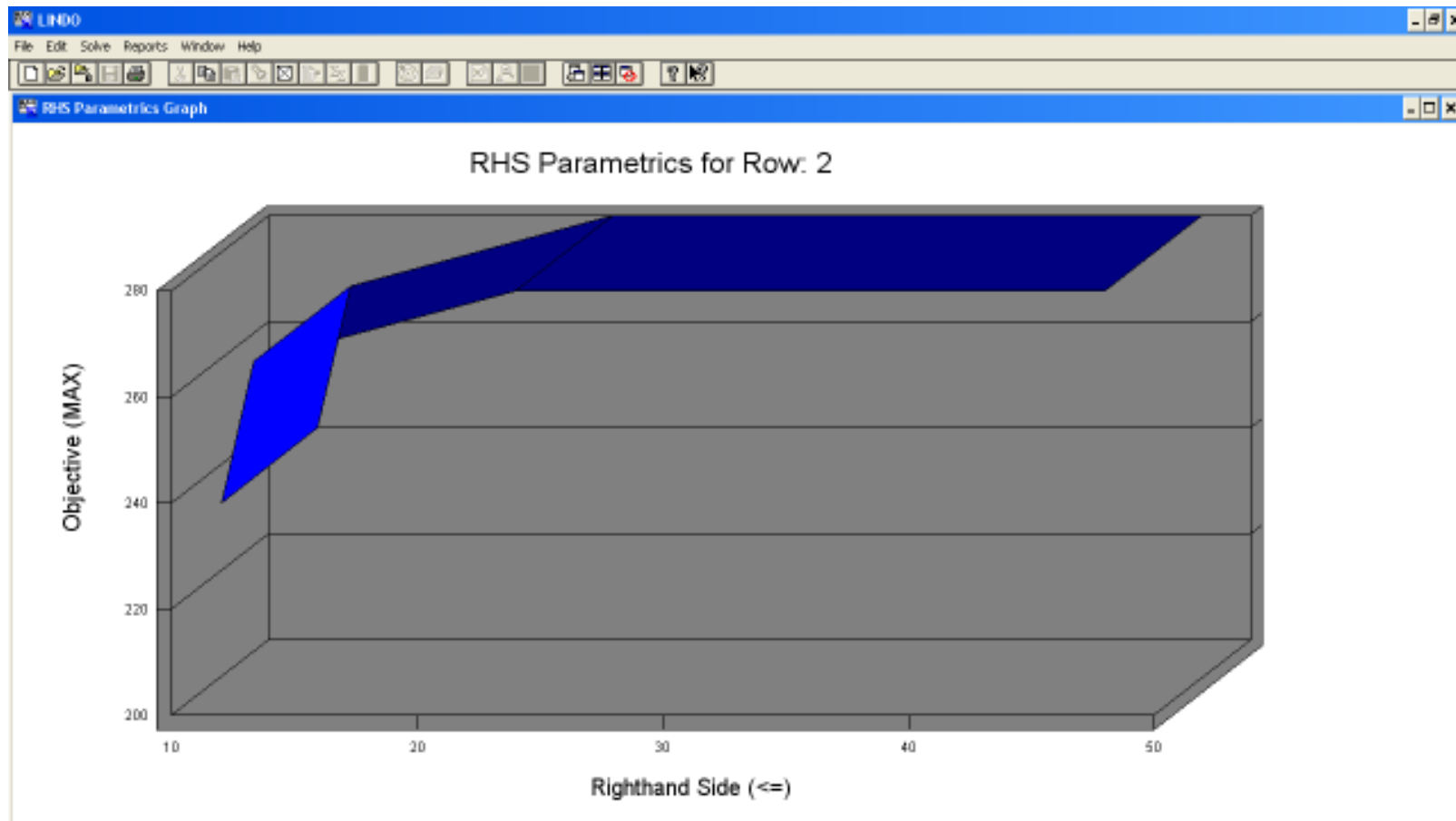
Menu REPORTS (Command Parametrics)

□ Με την χρήση αυτής της εντολής πραγματοποιείται παραμετρική ανάλυση για τα δεξιά μέλη των περιορισμών του προτύπου. Με την κλήση της εντολής αυτής εμφανίζεται παράθυρο διαλόγου. Εκεί περιέχεται λίστα με τους αύξοντες αριθμούς των περιορισμών (2,3,...), επιλογές εμφάνισης της παραμετρικής ανάλυσης σε γράφημα 2 ή τριών διαστάσεων ή σε αναφορά κειμένου όπως και τμήμα για την εισαγωγή νέας τιμής του δεξιού μέλους του περιορισμού για την πραγματοποίηση της παραμετρικής ανάλυσης. Ο χρήστης επιλέγει τον περιορισμό που επιθυμεί από τη λίστα με κλικ σε αυτόν, εισάγει τη νέα τιμή του δεξιού μέλους αυτού και επιλέγει τη μέθοδο παρουσίασης (γράφημα, αναφορά κ.λ.π.). Επιλέγοντας OK πραγματοποιείται η παραμετρική ανάλυση και εμφανίζονται τα αποτελέσματα.

Menu REPORTS (Command Parametrics)



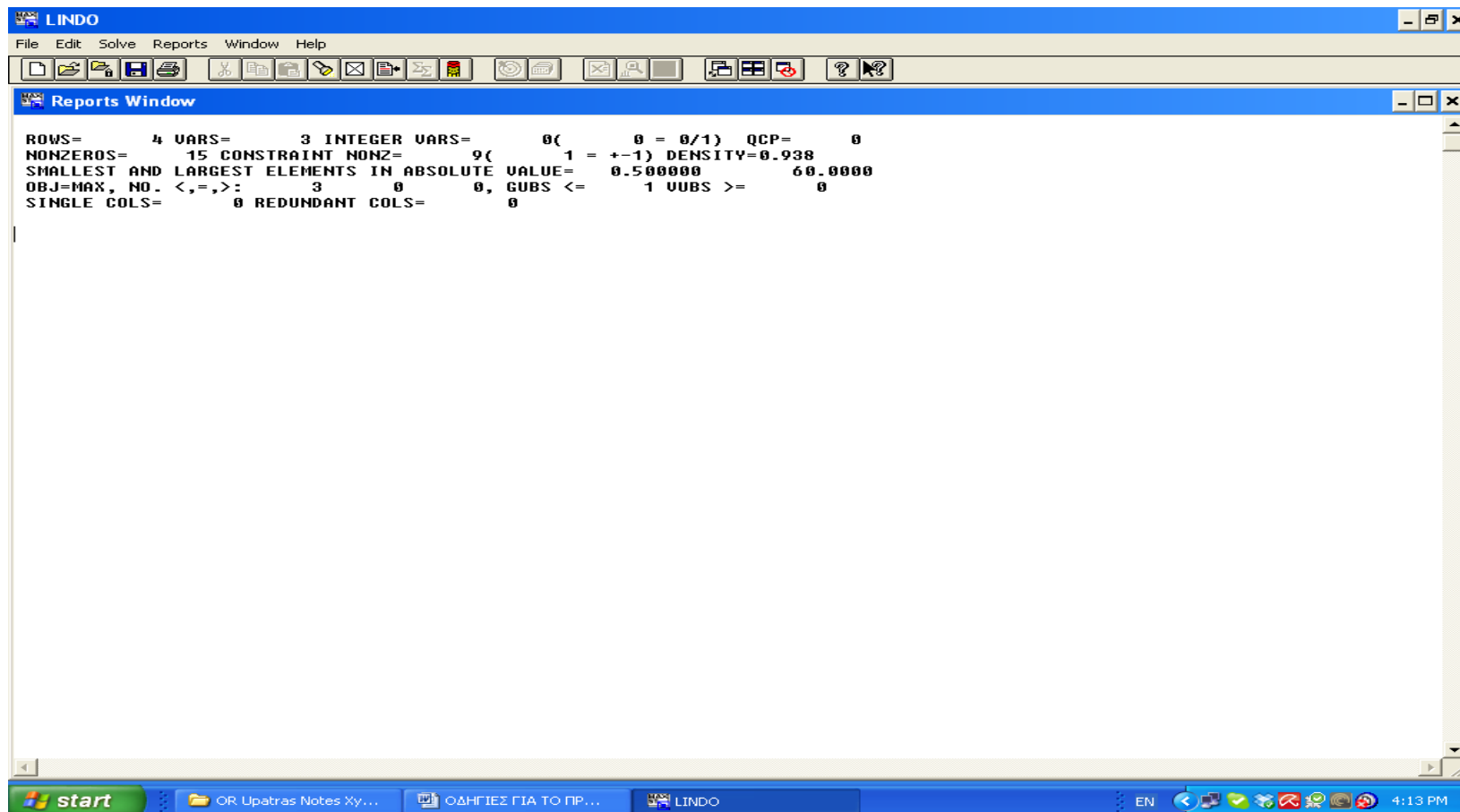
Menu REPORTS (Command Parameters)



Menu REPORTS (Command Statistics)

- Με την εντολή `statistics` παράγεται μια περιγραφική μορφή διαφορετικών στοιχείων του π.γ.π. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε παρακάτω στην πρώτη γραμμή καταγράφεται το πλήθος των γραμμών, το πλήθος των μεταβλητών και ο αριθμός του πρώτου τετραγωνικού περιορισμού.

Menu REPORTS (Command Statistics)



The screenshot shows the LINDO Reports Window with the following command statistics:

```
ROWS=      4  VARS=      3  INTEGER VARS=      0(      0 = 0/1)  QCP=      0
NONZEROS=   15  CONSTRAINT NONZ=  9(      1 = +-1)  DENSITY=0.938
SMALLEST AND LARGEST ELEMENTS IN ABSOLUTE VALUE=  0.500000  60.0000
OBJ=MAX, NO. < , = , > :      3      0      0,  GUBS < =      1  VUBS > =      0
SINGLE COLS=      0  REDUNDANT COLS=      0
```

The window title is "LINDO" and the menu bar includes "File", "Edit", "Solve", "Reports", "Window", and "Help". The taskbar at the bottom shows the Windows Start button, several open applications, and the system clock at 4:13 PM.



Menu REPORTS (Command **Peruse**)

□ **Peruse** (εικονίδιο , πλήκτρο Alt+4): Με την εντολή αυτή μπορεί ο χρήστης να εξετάσει αναλυτικότερα τη δομή ή τη λύση ενός προτύπου, το οποίο έχει ήδη επιλυθεί. Με την κλήση της εντολής εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου της παρακάτω εικόνας:

Menu REPORTS (Command Peruse)

The image shows a screenshot of the 'Peruse Model' dialog box with several sections and annotations:

- Report Parameters:**
 - A. Orientation:** Radio buttons for Columns and Rows.
 - B. View Items:** Checkboxes for Name (checked), Primal (checked), Dual, Rim, Upper Bound, Lower Bound, Type, and Nonzeros.
 - C. Condition (optional):** Text input field containing $p > 0$.
- Report Format:**
 - D. Report Types:** Checkboxes for Text and Graphics.
 - E. Text Report Format:** Checkboxes for Include Headers and Comma Delimited.
 - Graphics Format:**
 - E. GraphType:** Radio buttons for Area, Bar, Line, Pie, and Point.
 - G. Graph Style:** Radio buttons for 2D and 3D.
 - H. Graph Title (optional):** Text input field containing `C:\LP\LIND06\NTUA1.LTX`.

Annotations in yellow boxes with arrows pointing to specific elements:

- Επιλογή μεταβλητής/περιορισμού:** Points to the 'View Items' section (B).
- Επιλογή είδους αναφοράς:** Points to the 'Text Report Format' section (E).
- Επιλογή Χαρακτηριστικών Γραφήματος:** Points to the 'Graph Style' section (G).
- Εισαγωγή φίλτρου:** Points to the 'Condition (optional)' text input field (C).
- Στοιχεία προς Εμφάνιση:** Points to the 'View Items' section (B).



Menu REPORTS (Command Picture)

□ **Picture** (πλήκτρο Alt+5): Με την εντολή αυτή εμφανίζεται το πρότυπο, που βρίσκεται στο ενεργό παράθυρο εργασίας, σε μορφή πίνακα. Στον πίνακα φαίνονται μόνο οι τιμές των μη μηδενικών παραμέτρων. Εμφανίζεται παράθυρο διαλόγου από το οποίο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το αν θα εμφανιστεί σε παράθυρο γραφικών ή σε παράθυρο αναφοράς υπό μορφή κειμένου ή αν θα υπάρξει αναδιάταξη του πίνακα (permutation) ώστε οι μεταβλητές να τοποθετηθούν σε τριγωνική μορφή (lower triangular) κ.λ.π.:

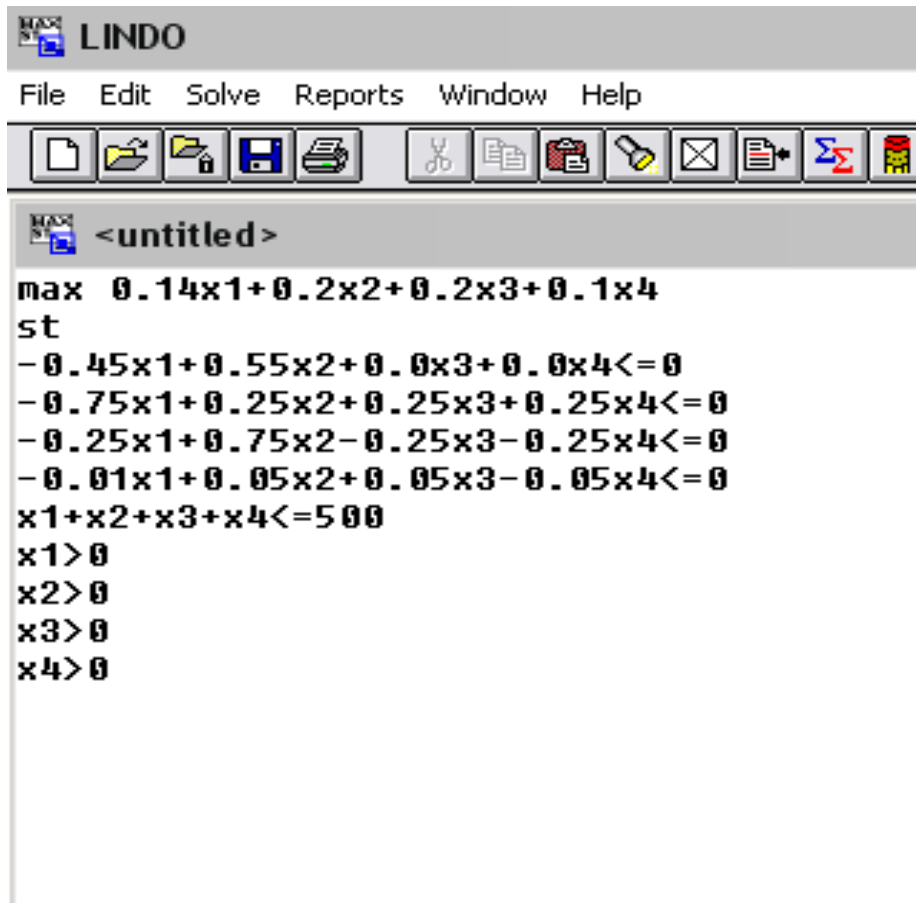
Menu REPORTS (Command Tableau-Formulation)

- Η εντολή Tableau σε συνδυασμό με την εντολή Solution εμφανίζει τα ενδιάμεσα τμήματα της μεθόδου SIMPLEX.
- Με την εντολή Formulation εμφανίζεται στο παράθυρο αναφοράς του προγράμματος το μοντέλο π.γ.π που βρίσκεται στο παράθυρο εργασίας. Μπορούμε να έχουμε μια επιλεκτική εμφάνιση τμημάτων του.

Menu REPORTS (Command **Show Column**)

- **Show Column** (πλήκτρο Alt+9): Εμφανίζει πληροφορίες για κάθε μία από τις μεταβλητές του προτύπου, μέσω ενός παραθύρου διαλόγου , στο παράθυρο αναφοράς.

Εφαρμογή 2



The screenshot shows the LINDO software interface. The title bar reads "LINDO". The menu bar includes "File", "Edit", "Solve", "Reports", "Window", and "Help". The toolbar contains icons for file operations (New, Open, Save, Print), editing (Cut, Copy, Paste), and solving (Solve, Help, Exit). The main window title is "<untitled>". The text in the window is as follows:

```
max 0.14x1+0.2x2+0.2x3+0.1x4
st
-0.45x1+0.55x2+0.0x3+0.0x4<=0
-0.75x1+0.25x2+0.25x3+0.25x4<=0
-0.25x1+0.75x2-0.25x3-0.25x4<=0
-0.01x1+0.05x2+0.05x3-0.05x4<=0
x1+x2+x3+x4<=500
x1>0
x2>0
x3>0
x4>0
```



Εφαρμογή 3

- MIN $X_1+X_2-X_3$
- SUBJECT TO
- $2X_1+2X_2-X_3<2$
- $-X_1-7X_2+2X_3<2$
- $7X_1+X_2-X_3<10$
- $4X_1+6X_2-2X_3<6$
- END



Εφαρμογή 4

- MIN $X_1+X_2-X_3$
- SUBJECT TO
- $2X_1+2X_2-X_3<2$
- $-X_1-7X_2+2X_3<2$
- $7X_1+X_2-X_3<10$
- $4X_1+6X_2-2X_3<6$
- END



Εφαρμογή 5

- $\text{MAX } 4X_1+2X_2+X_3$
- SUBJECT TO
- $X_1+X_2 < 1$
- $X_1+X_3 < 1$
- END



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βασιλείου Π.-Χ.Γ., Τσακλίδη Γ., Τσάντα Ν., (1998), Ασκήσεις στην Επιχειρησιακή Έρευνα (τόμος 1 – Γραμμικός Προγραμματισμός), Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- LINDO Systems, Inc, (1999), LINDO On-line Help Manual, Chicago IL, U.S.A.