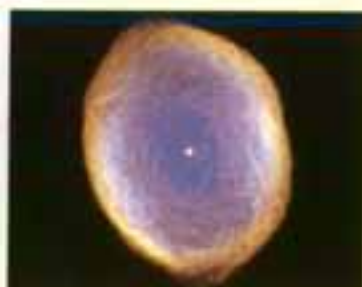


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ  
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΚΛΙΣΗ**



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Καθ. Δρ.

ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΚΑΠΛΑΝΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

ΚΟΚΑΛΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

ΠΑΠΑΤΣΩΡΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

Στην αρχή της πτυχιακής άσκησης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Καθ. Σωκράτη Καπλάνη, καθηγητή του τμήματος Μηχανολογίας του ΤΕΙ Πάτρας, για την πολύτιμη βοήθειά του και την πλούσια εμπειρία που μας πρόσφερε για τη σωστή διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον εργαστηριακό συνεργάτη Νίκο Παπαναστασίου για τη βοήθειά του και τις χρήσιμες οδηγίες για τη σωστή διαδικασία των υπολογισμών και αποτελεσμάτων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	
Περιεχόμενα	
Πρόλογος	
Κεφάλαιο 1	
1.1 Γενικά περί ΑΠΕ	
1.2 Είδη ΑΠΕ και μορφές τους	
1.2.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια. (Υ.Η.Ε.)	
1.2.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	
1.2.3 Αιολική Ενέργεια	
1.2.4 Βιομάζα	
1.2.5 Γεωθερμική Ενέργεια	
1.2.6 Αστικά Απορρίμματα	
1.2.7 Ενέργεια της θάλασσας	
1.3 Ο Ήλιος είναι υπεύθυνος για τις ΑΠΕ	
Κεφάλαιο 2	
2.1 Ήλιος – Γενικά χαρακτηριστικά	
2.1.1 Γενικά	
2.1.2 Χαρακτηριστικά Ήλιου	
2.2 Ηλιακή Ενέργεια	
2.3 Ορισμοί χρήσιμων μεγεθών για τους υπολογισμούς εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας	
2.4 Όργανα μέτρησης Ηλιακής Ακτινοβολίας	
2.4.1 Ακτινόμετρα	
2.4.2 Πυρηλιόμετρα, Πυρανόμετρα και Πυρόμετρα	
2.4.3 Ηλιόμετρα	
Κεφάλαιο 3	
3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την Ένταση της Ηλιακής Ακτινοβολίας	
3.2 Βασικές έννοιες και γεωμετρία επιφάνειας	
3.3 Βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις	
3.4 Ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο	
3.4.1 Γενικευμένη έκφραση του στιγμιαίου συντελεστή R	
Κεφάλαιο 4	
4.1 Επεξεργασία δεδομένων και υπολογισμοί	
4.1.1 Γενικά	
4.1.2 Μοντέλο προσδιορισμού του $I_T(h;n_j)$ από το $I(h;n_j)$	
4.2 Προεργασία – Ανάλυση αποτελεσμάτων	
4.3 Σχολιασμός Διαγραμμάτων – Μετατοπίσεις	
4.4 Πίνακες και διαγράμματα μη μετατοπισμένα και μετατοπισμένα των χαρακτηριστικών ημερών του έτους	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να κάνει μία εκτίμηση και πρόβλεψη της ηλιακής ακτινοβολίας για κάθε μέρα του χρόνου σε επιφάνεια με διάφορο προσανατολισμό και κλίση, χρησιμοποιώντας πειραματικά δεδομένα έξι ετών (1995-2000). Κάνοντας λοιπόν εκτίμηση της έντασης της ηλιακή ακτινοβολίας συνεπάγεται ότι μπορούμε να προβλέψουμε και την ενέργεια της κάθε ημέρας και αυτό συμβάλει στην καλύτερη και αποτελεσματικότερη διαστασιολόγηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων που θέλουμε να τοποθετήσουμε.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 Γενικά περί ΑΠΕ

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζονται οι ενεργειακές πηγές (ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος, η βιομάζα, κλπ.), οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι **ανεξάντλητες** πηγές ενέργειας και οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Τα εγγενή πλεονεκτήματα των ΑΠΕ και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην ενεργειακή απεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλήσιμους ενεργειακούς πόρους, επιτάσσουν αυτήν τη στροφή.

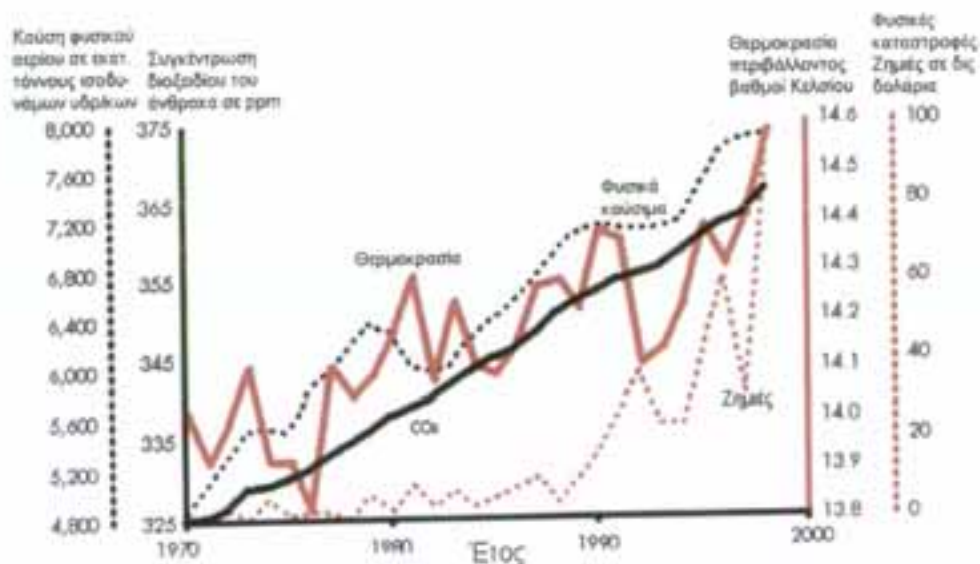
Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Πραγματικά, σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων (άνθρακας και πετρέλαιο). Φαίνεται συνεπώς ότι ο μόνος δυνατός τρόπος για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έχει θέσει, για σημαντικό περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

#### Πλεονεκτήματα:

1. Προστασία περιβάλλοντος. Όλες οι μορφές ΑΠΕ είναι καθαρές χωρίς ρύπους στο περιβάλλον, και χωρίς απόβλητα.
2. Σχεδόν μηδενικό κόστος λειτουργίας. Το μηδενικό κόστος πρώτης ύλης σε συνδυασμό με την ελάχιστη συντήρηση των συστημάτων δίνει σαν αποτέλεσμα πολύ μικρό κόστος λειτουργίας.
3. Ανεξάντλητες πρώτες ύλες.
4. Απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα
5. Ανεξαρτησία από κεντρικά δίκτυα διανομής και των συμφερόντων τους
6. Αδιάλειπτη παροχή ενέργειας
7. Μικρές απώλειες. Τα συστήματα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες μορφές εγκαθίστανται συνήθως κοντά στο τόπο της κατανάλωσης. Έτσι έχουμε πολύ μικρές απώλειες στην μεταφορά του ρεύματος και δεν είναι αναγκαία η δημιουργία δικτύου.

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική και ενέργεια βιομάζας έχουν τη μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον. Αυτές οι "φιλικές προς το περιβάλλον" πηγές ενέργειας δίνουν στον καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόν με τη χρήση άνθρακα, πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, πετρελαίου και μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων. Σήμερα οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με άνθρακα παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Όμως αυτή η φτηνή μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη καταστροφή στο περιβάλλον με την εκπομπή τοξικών αερίων. Αυτά τα τοξικά αέρια, διοξείδιο του θείου και οξειδία του αζώτου, σε συνδυασμό με το νερό της βροχής δημιουργούν την όξινη βροχή και συμβάλλουν στη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.



Σχήμα 1.1: Συσχετισμός μεταξύ παραγόμενης ενέργειας, συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και θερμοκρασίας περιβάλλοντος αφ' ενός και των φυσικών καταστροφών αφ'ετέρου.

## 1.2 Είδη ΑΠΕ και μορφές τους

### 1.2.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια. (Υ.Η.Ε.)

Η ενέργεια αυτή παράγεται σε πολλά μέρη του κόσμου που είναι πλούσια σε ποταμούς και με ανάγλυφο του εδάφους τέτοιο ώστε, να χρησιμοποιείται

εύκολα η βαρυτική ενέργεια. Είναι "καθαρή" από απόψεις εκπομπής CO<sub>2</sub> και λοιπών αερίων.

Ωστόσο, αρκετές αντιρρήσεις υπάρχουν για τα μεγάλα υδρο-ηλεκτρικά έργα με τα τεράστια φράγματα και τις τεχνητές λίμνες που αλλοιώνουν το περιβάλλον και το τοπικό κλίμα.

Η Ευρώπη έχει πλήρως εκμεταλλευτεί τις υδροφόρες πηγές της, ενώ οι φτωχότερες περιοχές της Λατινικής Αμερικής, Ασίας και Αφρικής είναι πλούσιες σε υδρο-ενεργειακούς πόρους και μία ορθολογική πολιτική στην παραγωγή ενέργειας μπορεί να συμβάλει στην αειφόρο ανάπτυξη τους, χωρίς την υποβάθμιση τον περιβάλλοντος.



Σχήμα 1.2: Απεικόνιση τμημάτων ενός παραδοσιακού νερόμυλου. Η εξέλιξη από τον παραδοσιακό

Τα μικρά Υ.Η.Ε. σε μερικές περιπτώσεις ικανοποιούν τις ανάγκες της μικρο-περιοχής και είναι αποδοτικά και ανταγωνιστικά ιδίως όταν το ανάγλυφο του εδάφους και η παροχή νερού είναι ικανοποιητική.

Μια εφαρμογή μεγάλου Υ.Η.Ε στην Ελλάδα είναι αυτό του Πουρναρίου που δείχνει το σχήμα 1.3.

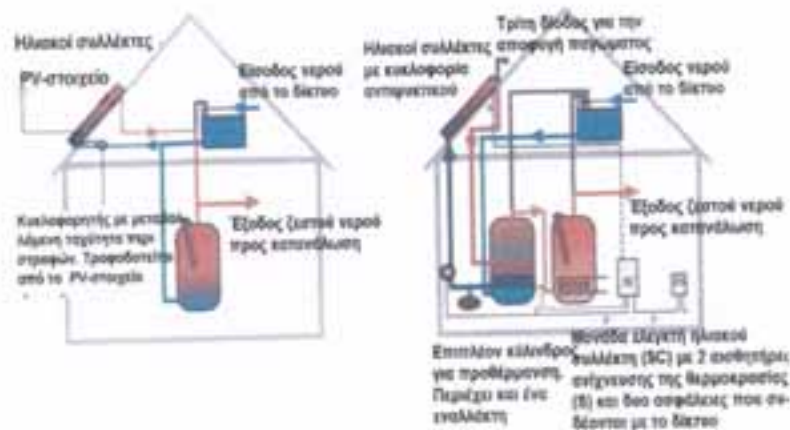


Σχήμα 1.3: Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο στον ποταμό Αραχθό (φράγμα Πουρναρίου). Συνολική εγκατεστημένη ισχύς: δυο κύριες μονάδες των 15MW και μια μονάδα των 1.5MW. Ύψος του σκυροδέματος του φράγματος: 40m

## 1.2.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι εφαρμογές ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α. Θερμικά συστήματα ηλιακών συλλεκτών, όπου η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε θερμική και εφαρμόζεται, όπως δείχνει το σχήμα 1.4



Σχήμα 1.4: Δυο διατάξεις ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού. Παρατηρώντας τις διατάξεις διαπιστώνουμε ότι στην πρώτη περίπτωση με την βοήθεια του PV-στοιχείου που είναι ενσωματωμένο στο συλλέκτη δεν είναι απαραίτητη η σύνδεση του συστήματος με το ηλεκτρικό δίκτυο, εν αντιθέσει με την δεύτερη διάταξη που το σύστημα πρέπει να συνδεθεί με



το δίκτυο, ενώ ακόμα το πλήθος/μήκος των σωληνώσεων είναι μεγαλύτερο και συνεπώς βαρύνει το κόστος και μειώνει την απόδοση.

β. PV- συστήματα, όπου η Ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται απ'ευθείας σε ηλεκτρική.

γ. Παθητικά Ηλιακά και Υβριδικά Συστήματα, που αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό

### 1.2.3 Αιολική Ενέργεια

Η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή και σε ηλεκτρική ενέργεια



Σχήμα 1.5: Αιολικό ιδιωτικό πάρκο στην Νότια Εύβοια (Κάρυστος) κατασκευασμένο από την Ρόκας Α.Β.Ε.Ε. ισχύος 24 MW.

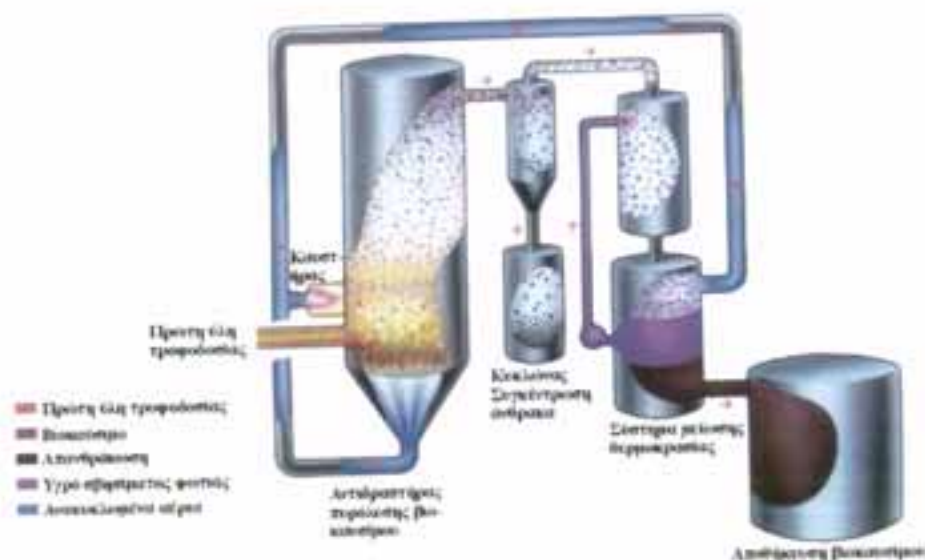
### 1.2.4 Βιομάζα

Είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης

Η βιομάζα ή ορθότερα η παραγωγή βιομάζας είναι το αποτέλεσμα της φυσικοχημικής αντίδρασης ενός οικοσυστήματος με την προσπίπτουσα σε αυτό ηλιακή ακτινοβολία.

Εδώ και αιώνες, η έμμεση εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας είναι η καύση του ξύλου δηλαδή Βιομάζας που σήμερα πιστεύεται ότι συνεισφέρει στο 10-12% της χρησιμοποιούμενης ενέργειας (περίπου 1 TW).

Γενικά, μέσω της φωτοσύνθεσης αναπτύσσεται το φυτικό βασίλειο αλλά και εμμέσως το ζωικό, καθώς τα ζώα τρέφονται με φυτικά προϊόντα και αναπτύσσονται.



Σχήμα 1.6: Διάταξη παραγωγής και αποθήκευσης βιοκαυσίμου. Με την μέθοδο της "γρήγορης πυρόλυσης" μετατρέπονται τα δασικά υποπροϊόντα και τα γεωργικά απόβλητα σε υγρό καύσιμο. Στον αντιδραστήρα βιοκαυσίμου τα οργανικά απόβλητα θερμαίνονται υπό την απουσία οξυγόνου και μετά υγροποιούνται και παρασκευάζουν το βιοκαύσιμο. Η διαδικασία αυτή παράγει βιοκαύσιμο με όχι βλαβερά υποπροϊόντα

### 1.2.5 Γεωθερμική Ενέργεια

Η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα

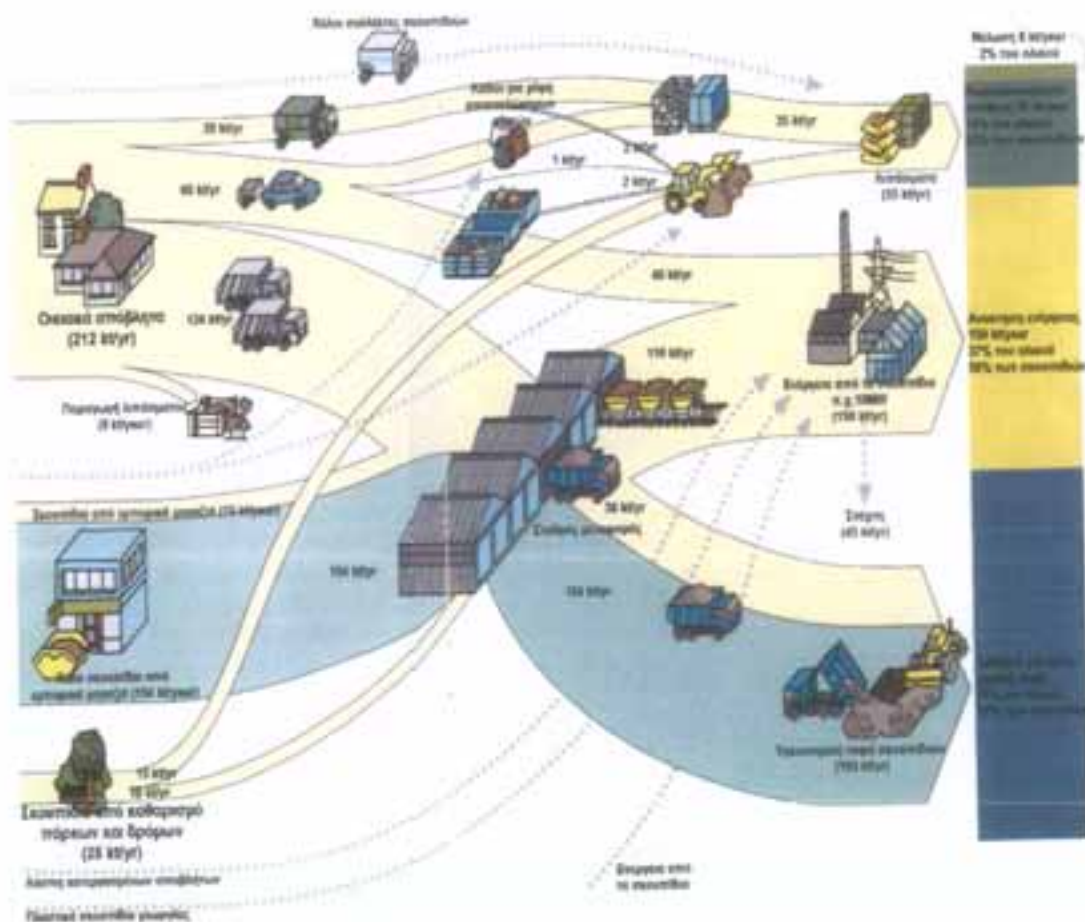
### 1.2.6 Αστικά Απορρίμματα

Η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου τους.

Το σχέδιο μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής διαχείρισης των αποβλήτων περιλαμβάνει:

- την ανακύκλωσή τους,
- την παραγωγή προϊόντος για λίπανση των προς καλλιέργεια εδαφών,
- παραγωγή ενέργειας: θερμικής και ηλεκτρικής,
- διάθεση των καταλοίπων σε ειδικούς χώρους αναμόρφωσης-διαμόρφωσης του περιβάλλοντος.

Όλα αυτά σε οργανωτικά και λειτουργικά στάδια παρουσιάζονται στο σχήμα 1.7



Σχήμα 1.7: Εργοστάσιο εκμετάλλευσης της ενέργειας των σκουπιδιών στην περιοχή της Κορνουάλης στην Μεγάλη Βρετανία.

Ειδικότερα, το σχήμα 1.7 δείχνει ότι:

Η μείωση της ποσότητας των αποβλήτων, λαμβάνει χώρα κατ'αρχήν κοντά στις κατοικίες χρησιμοποιώντας την κλασική μέθοδο αναερόβιας ζύμωσης, ή και σύγχρονες π.χ. καλλιέργεια σκωλήκων, για την παραγωγή λιπάσματος από τα απόβλητα.

Η ανακύκλωση επιτυγχάνεται με συνδυασμό μεθόδων όπως:

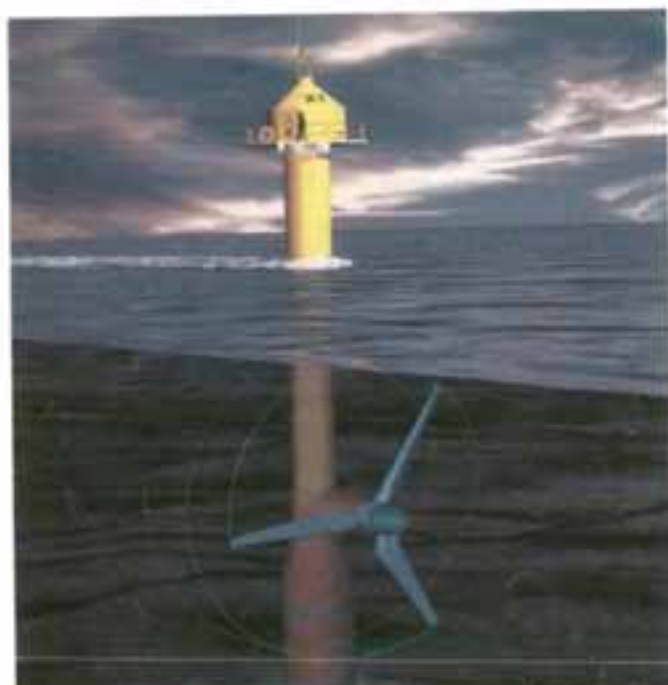
- Συγκομιδή των απορριμμάτων από κάδους τοποθετημένους στα πεζοδρόμια (καλλίτερα υπεδαφίως), ή
- σε κεντρικούς χώρους ψυχαγωγίας (πλατείες, θέατρα, εστιατόρια κ.τ.λ.) καθώς και σε
- ειδικούς κάδους που δέχονται απορρίμματα συγκεκριμένης σύστασης π.χ. χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο κ.τ.λ.

Το υπόλοιπο των απορριμμάτων μεταφέρεται σε κεντρικούς σταθμούς διαμετακόμισης, ώστε μεγάλες ποσότητες να μεταφέρονται κατά τον πλέον ενδεδειγμένο τρόπο π.χ. σιδηροδρομικώς, σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας ή στον τελικό τους προορισμό.

Οι διαδικασίες αυτές παρουσιάζονται παραστατικά στο σχήμα 34 και αφορούν την στρατηγική που έχει αναπτυχθεί στην περιοχή της Κορνουάλης (Cornwall) της Βρετανίας.

## 1.2.7 Ενέργεια της θάλασσας

### Ενέργεια από κύματα και παλίρροιες



Σχήμα 1.8: Χαρακτηριστικός τύπος γεννήτριας που εκμεταλλεύεται τα υποθαλάσσια κύματα/ρεύματα.

## 1.3 Ο Ήλιος είναι υπεύθυνος για τις ΑΠΕ

Το επόμενο κοντινότερο άστρο ως προς τη Γη είναι το Άλφα του Κενταύρου (Proxima Centauri) σε απόσταση 286.000 φορές την απόσταση Γης-Ήλιου. Υπάρχουν πιθανότατα δισεκατομμύρια άστρα στον Γαλαξία μας (και άλλοι τόσσοι γαλαξίες στο Σύμπαν), όμως ο Ήλιος είναι για μας το σημαντικότερο, διότι μας διατηρεί στη ζωή. Αν και μόνο το μισό δισεκατομμυριοστό της συνολικής ενέργειας που εκπέμπει ο Ήλιος απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, εν τούτοις αυτό είναι αρκετό για να κινητοποιήσει μια αλυσίδα βιολογικών και γεωλογικών φαινομένων που στη συνέχεια δημιουργούν και συντηρούν το φαινόμενο της ζωής.

Η ηλιακή ενέργεια εξατμίζει το νερό σχηματίζοντας τα σύννεφα και τη βροχή και κινητοποιεί το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης, συνθέτοντας τη χλωροφύλλη των πράσινων φύλλων. Η δημιουργία της χλωροφύλλης με τη σειρά της παράγει τους υδρογονάνθρακες που αποτελούν τη βάση της ζωής πάνω στη Γη. Η ηλιακή ενέργεια προκαλεί -μαζί με την κλίση του άξονα περιστροφής της Γης- τις τέσσερις εποχές, επηρεάζει το κλίμα και τα θαλάσσια ρεύματα, όπως το Ρεύμα του Κόλπου, που μεταφέρουν ζεστό νερό από τις θάλασσες του ισημερινού στις ψυχρότερες βόρειες περιοχές και από εκεί κρύο νερό στις ζεστές ισημερινές περιοχές, κάνοντας ηπιότερα τα κλίματα περιοχών που αλλιώς θα ήταν ίσως ακατοίκητες.

Από αυτά μπορούμε να καταλάβουμε πως ο ήλιος που από μόνος του είναι μία τεράστια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που ευθύνεται για το φαινόμενο της

ζωής στον πλανήτη μας και χωρίς αυτόν δε θα υπήρχε καμιά άλλη μορφή ενέργειας στον πλανήτη μας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Ήλιος – Γενικά χαρακτηριστικά

#### 2.1.1 Γενικά

Ο Ήλιος μας είναι ένα άστρο, όμοιο με τα άστρα που λαμπυρίζουν στον νυχτερινό ουρανό. Αλλά επειδή ο Ήλιος είναι πολύ κοντά στη Γη από οποιοδήποτε άλλο άστρο, φαίνεται πολύ μεγάλος και φωτεινός. Χωρίς το φως και την θερμότητά του δεν θα μπορούσε να υπάρξει ζωή στον πλανήτη μας. Πολλοί αρχαίοι πολιτισμοί λάτρευαν και δόξαζαν τον Ήλιο, και δεν δίσταζαν να τον θεοποιήσουν. Ανάμεσα τους οι αρχαίοι Έλληνες και Αιγύπτιοι, οι Αζτέκοι, οι Ιθαγενείς της Αμερικής και οι Κινέζοι, οι οποίοι μάλιστα πίστευαν στην παρουσία ακόμα και δέκα Ήλιων.

Ο Ήλιος είναι μια τεράστια μπάλα αερίων και αποτελείται κυρίως από υδρογόνο και ήλιο, τα δύο απλούστερα και ελαφρύτερα χημικά συστατικά του σύμπαντος. Τα αέρια αυτά είναι τόσο θερμά που κάνουν τον Ήλιο να λάμπει. Ο Ήλιος δεν "καιεί" με τον ίδιο τρόπο όπως η φωτιά. Αντίθετα, η θερμότητα και η πίεση στο εσωτερικό του προκαλεί την τήξη των ατόμων υδρογόνου και ηλίου, ή την συνένωσή τους, παράγοντας πυρηνική ενέργεια. Είναι κάπου 333.400 φορές πιο συμπαγές από τη Γη και αποτελεί το 99, 8% της συνολικής μάζας ολόκληρου του ηλιακού συστήματος. Συγκρατείται σαν μια ομοιόμορφη μάζα εξαιτίας της βαρυτικής έλξης παράγοντας τεράστιες πιέσεις και θερμοκρασίες στον πυρήνα του (περισσότερο από ένα δις φορές από την ατμόσφαιρα της Γης, με πυκνότητα που φτάνει τις 160 φορές από αυτή του νερού).

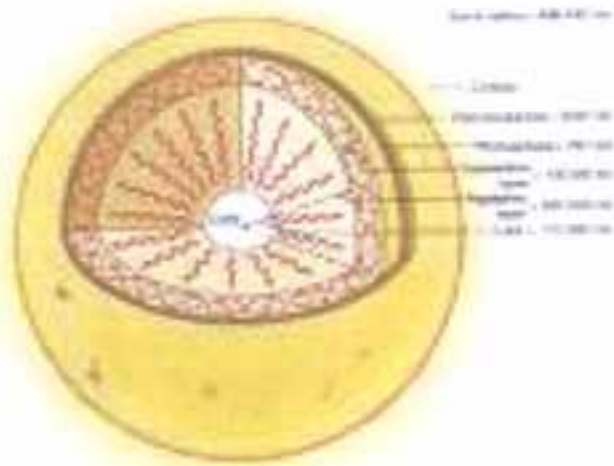
Ο Ήλιος και οι πλανήτες σχηματίστηκαν πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια από ένα νέφος διαστρικής σκόνης. Αυτό το νέφος σταδιακά συμπυκνώθηκε για να σχηματίσει μια "πρωταρχική μάζα αερίων" (protostar) -μια μπάλα αερίων που ολοένα και θερμαίνεται καθώς συμπιέζεται από την ίδια της την βαρύτητα. Τελικά, η θερμοκρασία στην καρδιά του νεαρού Ήλιου έφτασε τους 10 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου -αρκετά θερμό για την έναρξη των πυρηνικών αντιδράσεων- σηματοδοτώντας την γέννηση του Ήλιου. Υπάρχει αρκετό υδρογόνο στον πυρήνα του για τα επόμενα 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Στον πυρήνα του Ήλιου η θερμοκρασία που δεσπόζει αυτή τη στιγμή φτάνει τους 16 εκατομμύρια βαθμούς, ενώ η εκπεμπόμενη ενέργεια εμποδίζει την κατάρρευση του άστρου και τον διατηρεί σε αέρινη μορφή. Η συνολική ακτινοβολούμενη ενέργεια φτάνει τα 383 πεντάκις κιλοβάτ, η οποίο αντιστοιχεί σε 100 δις τόνους εκρήξεων TNT το δευτερόλεπτο!

#### 2.1.2 Χαρακτηριστικά Ήλιου

- Ηλιακή παράλλαξη (η γωνία με την οποία η ακτίνα της γης θα φαινόταν από τον ήλιο) τιμή αναγνωρισμένη επιστημονικά: 8,80 δευτερόλεπτα τόξου (") από ακριβέστερους υπολογισμούς: 8,7914181".
- Διαφορά απόστασης του ήλιου από τη γη μεταξύ Ιανουαρίου και Ιουλίου: 4.980.000 Km.
- Οριο του ηλιακού συστήματος (τροχιά του Πλούτωνα): 5.800.000.000 Km

- Ηλιακή σταθερά  $1,94 \pm 0,04 \text{ Cal/cm}^2 \text{ min}$
- Εξωτερικό στρώμα του ήλιου: 75% υδρογόνο, 23% ήλιον, 2% άλλα αέρια
- Διάμετρος του ήλιου: περίπου  $1.392.000 \text{ Km}$ , 109 φορές μεγαλύτερη από τη διάμετρο της γης, ή ίση με 3,6 φορές την απόσταση της σελήνης από τη γη
- Επιφάνεια του ήλιου:  $6,087.1012 \text{ Km}^2$  11.930 φορές μεγαλύτερη από την επιφάνεια της γης
- Όγκος του ήλιου:  $1,412 \cdot 1018 \text{ Km}^3$  1.304.000 φορές μεγαλύτερος από τον όγκο της γης
- Μάζα του ήλιου :  $1,99 \cdot 1030 \text{ Kg}$  που αντιστοιχεί στο 333000-πλάσιο της μάζας της γης ή 745 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα όλων των πλανητών.
- Μέση πυκνότητα του ήλιου: μόνον 0,253 της μέσης πυκνότητας της γης και 1,41 φορές την πυκνότητα του νερού
- Κλίση του άξονα του ήλιου ως προς την κάθετο στην επιφάνεια της γήινης τροχιάς:  $7015'$
- Ένταση του μαγνητικού πεδίου του ήλιου: 0.0001 ή 10-4 Tesla
- Ηλικία του ήλιου κατά προηγούμενες εκτιμήσεις επιφανών επιστημόνων = 10 ως 24 δισεκατομμύρια χρόνια. Τελευταία παραδοχή 5 δισεκατομμύρια χρόνια
- Ταχύτητα περιφοράς της γης γύρω από τον ήλιο:  $30 \text{ Km/s}$
- Αστρική περίοδος περιφοράς στον ισημερινό: 25,03 ημέρες και στους πόλους: 29 ημέρες
- Θερμοκρασία ισορροπίας στην επιφάνεια του ήλιου:  $5.776 \text{ K}$
- Θερμοκρασία στο εσωτερικό του ήλιου:  $16.000.000 \text{ K}$
- Απόθεμα ενέργειας του ήλιου:  $1,8 \cdot 1047 \text{ Joule}$
- Ετήσια ανάλωση του ήλιου:  $1,2 \cdot 1034 \text{ Joule}$
- Εκπομπή από  $1 \text{ cm}^2$  ηλιακής επιφάνειας ανά δευτερόλεπτο (κατά Stefan Boltzman ):  $1490 \text{ cal} =$  περίπου  $6,3 \text{ KJ}$
- Φωτιστική δύναμη του ήλιου, απόλυτη επιφανειακή εκπομπή Ολική εκπεμπόμενη ενέργεια ανά δευτερόλεπτο:  $3,76 \cdot 1023 \text{ KW}$
- Εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας από τον ήλιο: 315 - 280 νανόμετρα (κάτω από αυτή την τιμή απορροφάται σχεδόν πλήρως από το οξυγόνο και το όζον).
- Ανάκλαση ακτινοβολίας από τη γη (ποσοστό των ηλιακών ακτινών που φθάνουν στα όρια της ατμόσφαιρας): 35% ως 43%
- Πάχος στρώματος πάγου που θα έλιωνε στην ηλιακή επιφάνεια σ'ένα λεπτό:  $14,75 \text{ m}$

Ο Ήλιος αποτελείται από σειρές στρωμάτων που αξίζει να αναλύσουμε. Από έξω προς τα μέσα τα στρώματα είναι:



Σχήμα 2.1: Απεικόνιση των στρωμάτων του ήλιου

### **Πυρήνας** - Το εργοστάσιο παραγωγής ισχύος

Ως πυρήνα του Ήλιου μας θεωρούμε την κεντρική περιοχή του, που περιέχει το 10% περίπου της μάζας του και στην οποία η θερμοκρασία είναι πάρα πολύ υψηλή (15 εκατομμύρια βαθμούς). Το υδρογόνο στο εσωτερικό του πυρήνα είναι τόσο πολύ συμπυκνωμένο και η θερμοκρασία είναι τόσο υψηλή, ώστε τα ανεξάρτητα άτομα εμβολίζονται μεταξύ τους σχηματίζοντας βαρύτερα άτομα ηλίου και απελευθερώνοντας ενέργεια. Η ενέργεια σ' αυτές τις περιοχές ακτινοβολείται υπό μορφή φωτονίων υψηλής ενέργειας, ακτίνων γ και ακτίνων Χ. Όπως γνωρίζουμε σήμερα, η ενέργεια αυτή χρειάζεται 8.000 έως 80.000 χρόνια μέχρι να ξεφύγει από τη ζώνη ακτινοβολίας, και τα παραγόμενα φωτόνια συνολικά 10 εκατομμύρια χρόνια για να βρουν τον δρόμο τους προς την φωτόσφαιρα και από εκεί προς το Διάστημα.

### **Ζώνη Ακτινοβολίας** - Το πρώτο βήμα προς τα έξω

Η ζώνη ακτινοβολίας είναι η αμέσως επόμενη περιοχή του πυρήνα όπου η ενέργεια αυτού του στρώματος διαδίδεται με έναν χαρακτηριστικό τρόπο που τον ονομάζουμε "διάδοση της ενέργειας με ακτινοβολία" (radiative energy transport). Αυτό σημαίνει ότι η ακτινοβολία που παράγεται στις περιοχές του πυρήνα, καθώς προσπαθεί να βγει προς τις εξωτερικές στιβάδες του Ήλιου, αρχίζει να απορροφάται από τα πυκνά στρώματα της ζώνης ακτινοβολίας και στη συνέχεια επανεκπέμπεται. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει ξανά και ξανά σχεδόν σε κάθε εκατοστό βάθους, μέχρι τη στιγμή που η ενέργεια του πυρήνα θα φθάσει στην επόμενη περιοχή, τη ζώνη μεταφοράς.

### **Ζώνη Μεταφοράς** - Το καζάνι που βράζει

Ως ζώνη μεταφοράς θεωρούμε την πέραν της ζώνης ακτινοβολίας περιοχή, που φθάνει μέχρι την επιφάνεια του ορατού Ήλιου. Η θερμοκρασία της περιοχής αυτής κυμαίνεται μεταξύ 500.000 και 6.600 βαθμών αναλόγως του βάθους, ενώ η ενέργεια διαδίδεται διαμέσου αυτής της περιοχής με μεταφορά. Αυτό σημαίνει ότι θερμές και ρευστές μάζες από τα κατώτερα στρώματα αυτής της περιοχής κινούνται προς την επιφάνεια του Ήλιου και από εκεί, αφού



ψυχθούν, αποβάλλοντας την ενέργειά τους, ξανακυλούν προς το εσωτερικό, αναθερμαίνονται και ξαναρχίζουν την ανοδική πορεία τους προς τη φωτόσφαιρα επαναλαμβάνοντας αδιάκοπα το ίδιο φαινόμενο. Με τον τρόπο αυτόν, ενέργεια από το θερμότερο εσωτερικό του Ήλιου μεταφέρεται προς τις εξωτερικές και ψυχρότερες ηλιακές περιοχές. Η ύπαρξη της περιοχής της ζώνης μεταφοράς διαπιστώνεται μέσω της μελέτης των φωτοσφαιρικών κόκκων που δεν είναι τίποτα άλλο από τις κορυφές αυτών των ρευμάτων μεταφοράς μάζας, ενώ πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι το μαγνητικό πεδίο του Ήλιου οφείλεται σε κινήσεις φορτισμένων σωματιδίων στη ζώνη μεταφοράς (δινορεύματα).

**Φωτόσφαιρα** - Η ορατή επιφάνεια (Φωτόσφαιρα (ορατή, φωτεινή ηλιακή επιφάνεια με κοκκώδη δομή)

Πάχος στρώματος (του «στρώματος αναστροφής): μόνον 400 - 500 Km

Πίεση 0,006-0,22 atm= 6,75-22,25 mbar

Θερμοκρασία 4.000 K- 7000 K (στις σκοτεινές ηλιακές κηλίδες, που επηρεάζονται από το μαγνητικό πεδίο ως 1.200 K μικρότερη)

Πυκνότητα (1/1.000 της πυκνότητας του αέρα): 10-8 g/cm<sup>3</sup>)

Σχεδόν ολόκληρη η φωτεινή ακτινοβολία που βλέπουμε προέρχεται από το ορατό στρώμα πάχους 500 χιλιομέτρων που ονομάζεται φωτόσφαιρα. Αν και είναι πολύ θερμή (γύρω στα 5.500 C), η φωτόσφαιρα είναι πολύ πιο ψυχρή απ' ό,τι τα εσωτερικά στρώματα. Ψυχρά, μαύρα στίγματα που ονομάζονται κηλίδες εμφανίζονται συχνά στην φωτόσφαιρα. Οι περισσότερες από αυτές τις γιγάντιες μαύρες μαγνητικές κηλίδες είναι μεγαλύτερες από την Γη. Ο αριθμός των ηλιακών καταιγίδων αυξάνεται και μειώνεται κάθε 11 χρόνια, παρόλο που οι αστρονόμοι δεν γνωρίζουν το γιατί συμβαίνει αυτό.

**Χρωμόσφαιρα** - Η εσωτερική ατμόσφαιρα (Χρωμόσφαιρα (στρώμα ασθενούς φωτεινότητας από το οποίο ανεβαίνουν οι εκλάμψεις σε ύψος 2 εκατομμυρίων Km)

Μάζα (κατά Eddington): 120 εκατομμύρια τόνοι

Πάχος στρώματος: 8 - 10.000 Km

Θερμοκρασία (που αυξάνεται προς τα έξω): 5.000 έως 300.000 K

Πυκνότητα του λεπτού στρώματος: 1 .10-13 g/cm<sup>3</sup>)

Πελώριες εκλάμψεις και βρόχοι θερμότητας αερίων εκτοξεύονται συχνά από την χρωμόσφαιρα και εκτείνονται δεκάδες χιλιάδες χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια του Ήλιου. Αυτές οι εκλάμψεις εκτινάσσουν ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια μέσα στο ηλιακό σύστημα. Όταν φτάσουν στη Γη, τα σωματίδια είναι ικανά να διακόψουν ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά σήματα και να προκαλέσουν έντονα πολύχρωμα ατμοσφαιρικά φαινόμενα στους πόλους της Γης με την ονομασία "βόρειο και νότιο Σέλας" ή αλλιώς βόρεια και νότια φώτα.

**Μεταβατική Ζώνη** - Η ενδιάμεση ατμόσφαιρα

Ακριβώς μεταξύ ηλιακού στέμματος και χρωμόσφαιρας παρεμβάλλεται μια περιοχή πάχους 500 χιλιομέτρων, με χαρακτηριστικό γνώρισμα την υπερβολικά υψηλή θερμοκρασία σε σχέση με το ύψος, η οποία φθάνει σε μερικές δεκάδες χιλιάδες βαθμούς Κελσίου. Πρόκειται για ένα αρκετά παράξενο φαινόμενο, μιας και όπως γνωρίζουμε από την κλασική Φυσική, η ενέργεια διαδίδεται από τις θερμότερες περιοχές στις ψυχρότερες και όχι

αντιστρόφως. Πολλές φορές στη βιβλιογραφία η μεταβατική ζώνη δεν θεωρείται ως ανεξάρτητη ζώνη αλλά στρώμα της χρωμόσφαιρας.

**Στέμμα** - Η εξωτερική ατμόσφαιρα (αλλιώς: Κορόνα (ασθενώς φωτεινό αέρινο περίβλημα του ήλιου, με φωτεινότητα περίπου ένα εκατομμυριοστό της φωτεινότητας του ηλιακού δίσκου)

Πυκνότητα (αέριο υψηλού ιονισμού):  $5 \cdot 10^8$  άτομα/cm<sup>3</sup>

Κινητική θερμοκρασία: μέχρι 2.000.000 K

Διάρκεια διαδρομής του φωτός από τον ήλιο στη γή 8 λεπτά και 18 δευτερόλεπτα

Ταχύτητα φωτός στο κενό χώρο 300.000 Km/s)

Το ηλιακό στέμμα είναι μια άλως λευκού γενικά χρώματος, που αποτελεί το τελευταίο στρώμα της ηλιακής ατμόσφαιρας. Αν και είναι εξαιρετικά θερμή, τα αέρια μέσα στο στέμμα είναι πολύ αραιά διασκορπισμένα, έτσι η μόνη στιγμή που μπορούμε να το δούμε με τα μάτια μας είναι στη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης, όταν δηλαδή η Σελήνη καλύπτει τελείως τον ηλιακό δίσκο. Εξωτερικά όρια του στέμματος ουσιαστικά δεν υπάρχουν, αφού η περιοχή αυτή, με τη μορφή μιας συνεχούς ροής σωματιδίων, που ονομάζονται ηλιακός άνεμος, επεκτείνεται μέχρι τα τελευταία όρια του πλανητικού μας συστήματος. Τελευταίες μελέτες θεωρούν ότι το στέμμα εκτείνεται μέχρι την ηλιοόπαιση, όπου η ένταση του μαγνητικού πεδίου του ηλιακού ανέμου εξισώνεται με την ένταση του μαγνητικού πεδίου του μεσοαστρικού χώρου. Συνήθως όμως, ως ηλιακό στέμμα ορίζουμε τον φλοιό που περιβάλλει τη χρωμόσφαιρα και εκτείνεται μέχρι 10 ηλιακές ακτίνες περίπου. Τα ισχυρότατα μαγνητικά πεδία πρέπει να είναι υπεύθυνα για την τεράστια άνοδο της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στην εξωτερική ατμόσφαιρα του Ήλιου και που φτάνει τους εκατομμύρια βαθμούς.

Σημαντικές Ημερομηνίες:

585 π.Χ. : Για πρώτη φορά προβλέφθηκε με επιτυχία ηλιακή έκλειψη.

1610: Ο Γαλιλαίος παρατηρεί με το τηλεσκόπιό του τις ηλιακές κηλίδες.

1650-1715 :Ανακαλύφθηκε το ελάχιστο όριο των ηλιακών κηλίδων Maunder.

1854 : Ανακαλύφθηκε η σχέση μεταξύ ηλιακής και γεωμαγνητικής δραστηριότητας.

1868 : Παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά οι γραμμές ηλίου στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα του Ήλιου.

1908 : Πάρθηκαν οι πρώτες μετρήσεις του μαγνητικού πεδίου των ηλιακών κηλίδων.

1942 :Παρατηρήθηκε η πρώτη ραδιοακτινοβολία από τον Ήλιο.

1946 :

1. Πρώτες παρατηρήσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας του Ήλιου με την βοήθεια ηχοβολιστικών πυραύλων.

2. Ανακαλύφθηκε η θερμοκρασία των 1.000.000 βαθμών Kelvin στην κορόνα με τις φασματικές γραμμές της κορόνας.

1949 : Πρώτες παρατηρήσεις των ακτίνων X του Ήλιου με την βοήθεια ηχοβολιστικών πυραύλων.

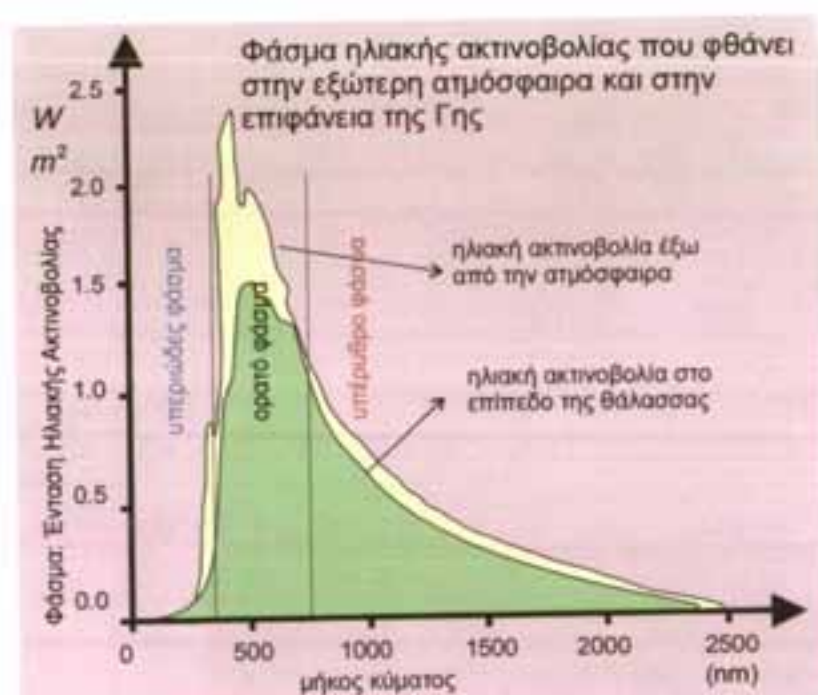
1954 : Βρέθηκαν οι μεταβολές των γαλαξιακών κοσμικών ακτίνων σε σχέση με τον 11ετή κύκλο των κηλίδων.

1956 : Παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη ηλιακή έκλαμψη.

1959 : Πρώτη άμεση καταγραφή και παρατήρηση του ηλιακού ανέμου με το διαστημόπλοιο Mariner 2.  
 1963 : Πρώτες παρατηρήσεις των ακτίνων γ του Ήλιου με το διαστημόπλοιο Orbiting Solar Observatory I (OSO1).  
 1967 : Πρώτες μετρήσεις των ηλιακών νετρίνων.  
 1973-4 : Ο διαστημικός σταθμός Skylab παρατηρεί τον Ήλιο, ανακάλυψε της οπές στην κορόνα του.  
 1982: Πρώτες παρατηρήσεις νετρονίων στη διάρκεια μιας ηλιακής έκλαμψης από το διαστημόπλοιο Solar Maximum Mission (SMM).  
 1994-5 : Το διαστημόπλοιο Ulysses επισκέπτεται τις πολικές περιοχές του Ήλιου.  
 1995 : Εκτοξεύεται το διαστημόπλοιο Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) για εντατική μελέτη του Ήλιου.

## 2.2 Ηλιακή Ενέργεια

Μέρος της ενέργειας που απελευθερώνεται από τον Ήλιο κατευθύνεται προς τη Γη υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Το φάσμα αυτής έχει ένα μεγάλο του μέρος στη περιοχή του ορατού για τον άνθρωπο (βλ. σχ. 2.2).

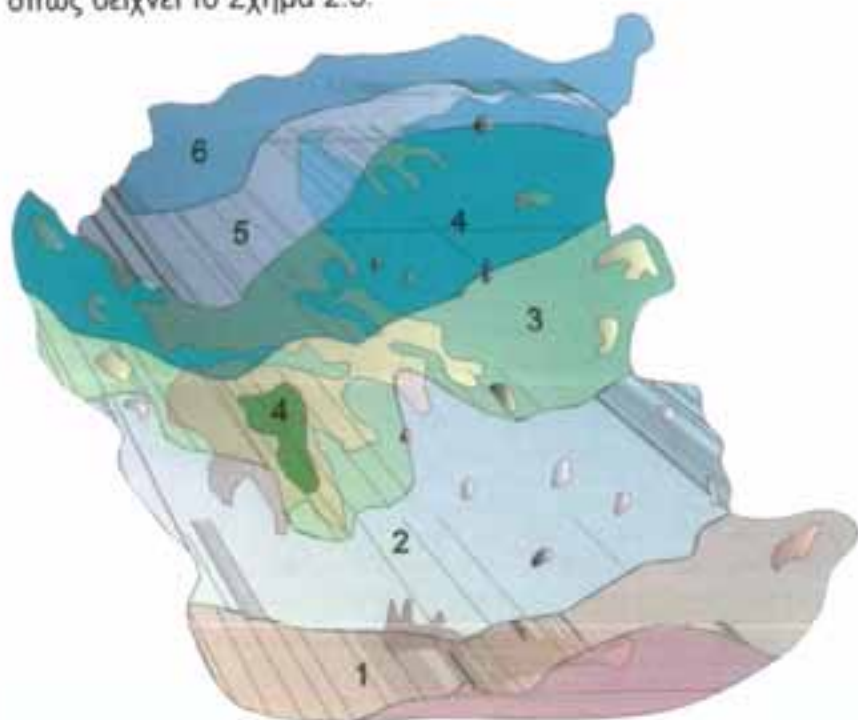


Σχήμα 2.2: Φάσμα της Ηλιακής Ακτινοβολίας που φθάνει στην εξώσφαιρα και στην επιφάνεια της Γης.

Το 1/3 περίπου αυτής της ακτινοβολίας ανακλάται απ'ευθείας στο διάστημα καθώς διαβαίνει από τα αραιότερα στα πυκνότερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Το υπόλοιπο απορροφάται και τελικά επανακτινοβολείται πίσω στο διάστημα υπό μορφή συνεχούς φάσματος υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Για τον προσδιορισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στο οριζόντιο επίπεδο και όταν δεν απαιτείται εξαιρετική ακρίβεια, γίνεται χρήση διαγραμμάτων που χωρίζουν την Ελλάδα σε ζώνες. Τόποι που βρίσκονται στην ίδια ζώνη χαρακτηρίζονται από παρόμοιες μετεωρολογικές συνθήκες, όπως δείχνει το Σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3: Κλιματολογικές ζώνες στις οποίες χωρίζεται η χώρα βάσει της μέσης μηνιαίας ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στις διάφορες περιοχές και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3	Ζώνη 4	Ζώνη 5	Ζώνη 6
Ηράκλειο	Αθήνα	Αργοστόλι	Άρτα	Θεσ/νίκη	Ιωάννινα
Ρόδος	Καλαμάτα	Κόρινθος	Κέρκυρα	Καβάλα	Κομοτηνή
Σητεία	Νάξος	Μυτιλήνη	Λαμία	Κατερίνη	Σέρρες
Χανιά	Σάμος	Πάτρα	Λήμνος	Λάρισα	Φλώρινα
Ιεράπετρα	Σύρος	Χίος	Τρίπολη	Τρίκαλα	Ξάνθη

Πίνακας 2.1: Μέσες μηνιαίες τιμές της Ηλιακής Ακτινοβολίας στο οριζόντιο στο επίπεδο της θάλασσας ανά ζώνη σε MJ/m<sup>2</sup>

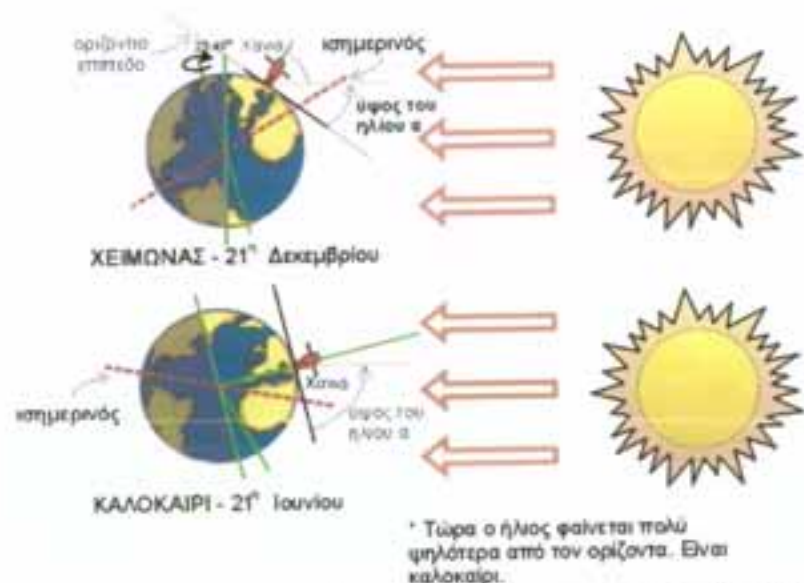
ΖΩΝΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο	ΣΥΝΟΛΟ
1	230	277	439	558	706	770	817	760	598	421	284	220	507	6060
2	230	274	418	493	691	752	781	713	736	382	270	198	478	5738
3	220	259	400	493	648	754	781	713	526	367	241	187	468	5616
4	194	234	371	493	644	724	781	695	504	349	220	173	449	5384
5	169	223	360	493	644	680	727	670	486	328	220	162	430	5162
6	169	216	349	468	612	666	706	641	464	313	202	162	414	4968

Ως γνωστό, η Γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της και ταυτόχρονα γύρω από τον ήλιο σε ετήσια βάση.

Το ισημερινό επίπεδο και το επίπεδο της ελλειπτικής τροχιάς σχηματίζουν γωνία  $23.45^\circ$  ή  $23^\circ 27'$

Η ακτινοβολία που φθάνει στη γη μεταβάλλεται εξ' αιτίας της ελλειπτικής τροχιάς της γης περί τον ήλιο και παίρνει τιμές μεταξύ  $1310$  και  $1399 \text{ W/m}^2$ .

Το καλοκαίρι στο βόρειο ημισφαίριο οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν περίπου κάθετα στο οριζόντιο επίπεδο (σχήμα 1.5) και ουσιαστικά η θερμοκρασία είναι υψηλότερη έστω και αν η απόσταση Γης-Ηλίου το καλοκαίρι είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κατά τον χειμώνα.



Σχήμα 2.5: Σχηματική παράσταση Γης-Ηλίου και της προσπίπτουσας Ηλιακής ακτινοβολίας επί της Γης κατά το Χειμώνα και το Καλοκαίρι. Διακρίνουμε ότι κατά το καλοκαίρι το ύψος του Ηλίου στον ουράνιο θόλο είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με την αντίστοιχη θέση κατά τον χειμώνα.

Η θέση του ηλίου κατά το μεσημέρι είναι υψηλά σε σχέση με τον ορίζοντα. Αντίθετα τον χειμώνα για την ίδια ώρα η θέση του ηλίου είναι χαμηλότερα. Τούτο εύγλωττα δείχνει το σχήμα 2.5.

Όταν η τροχιά του ήλιου είναι χαμηλή οι ακτίνες του διανύουν μεγαλύτερη απόσταση μέσα στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος τους να απορροφάται αλλά και να εκτρέπεται χωρίς να φθάνει στην επιφάνεια της γης.

Όταν η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι μεγάλη, τότε μεγάλο μέρος της ανακλάται, χωρίς ποτέ να χρησιμοποιηθεί.

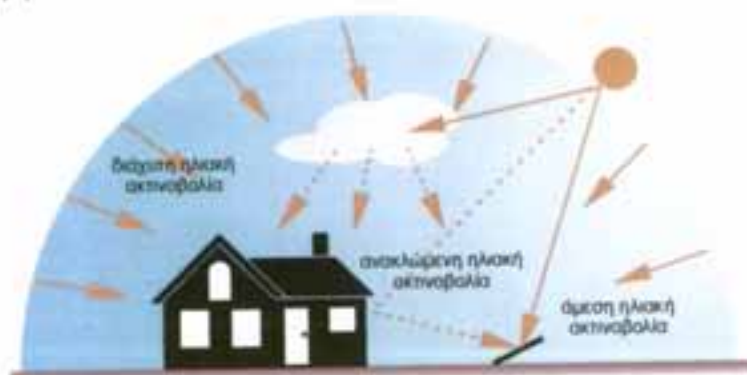
### 2.3 Ορισμοί χρήσιμων μεγεθών για τους υπολογισμούς εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας

#### Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία, $H_b$

Είναι η ακτινοβολία που φθάνει από τον ήλιο στην επιφάνεια της γης χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση. Μετράται σε  $\text{Joule/m}^2$ . Για τους διάφορους υπολογισμούς την αναλύουμε σε δύο συνιστώσες, μια κάθετη και μία

παράλληλη στην επιφάνεια της γης ή του συλλέκτη ανάλογα με την περίπτωση.

Η οριζόντια συνιστώσα δεν αλληλεπιδρά με την επιφάνεια της γης ή του συλλέκτη αντίστοιχα και δεν συνεισφέρει στην μετατροπή της ακτινοβολίας σε θερμική ενέργεια.



Σχήμα 2.6: Άμεση, διάχυτη και ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία

#### Διάχυτη Ηλιακή Ακτινοβολία $H_d$

Είναι η ακτινοβολία που προέρχεται από ολόκληρο τον ουράνιο θόλο και δημιουργείται από την σκέδαση της άμεσης ακτινοβολίας από σωματίδια της ατμόσφαιρας ή σύννεφα. Μετράται σε  $Joule/m^2$ .

#### Ανακλώμενη Ηλιακή Ακτινοβολία, $H_r$

Είναι η ακτινοβολία που προέρχεται από ανάκλαση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από διάφορα γειτονικά αντικείμενα ή από το έδαφος. Μας ενδιαφέρει το ποσοστό αυτής που φθάνει τελικά στην επιφάνεια που μελετούμε π.χ. στο σύστημα ηλιακών συλλεκτών ή στους τοίχους μιας κατοικίας.

#### Ολική Ηλιακή Ακτινοβολία, $H$

Είναι το άθροισμα της άμεσης, διάχυτης και ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας σε μία επιφάνεια. Μετράται σε  $Joule/m^2$ . Έχει πινακοποιηθεί ανά μήνα για κάθε μία από τις έξι (6) ζώνες που χωρίζεται η χώρα, όπως φαίνεται στο χάρτη στο σχήμα 1.3 της §1.1.

Πίνακας 2.2: Μηνιαίες τιμές της Ολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας στο επίπεδο της θάλασσας ανά ζώνη σε  $MJ/m^2$

ΖΩΝΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο	ΣΥΝΟΛ Ο
1	230	277	439	558	706	770	817	760	598	421	284	220	507	6080
2	230	274	418	493	691	752	781	713	736	382	270	198	478	5738
3	220	259	400	493	648	754	781	713	526	367	241	187	468	5616
4	194	234	371	493	644	724	781	695	504	349	220	173	449	5384
5	169	223	360	493	644	680	727	670	486	328	220	162	430	5162
6	169	216	349	468	612	666	706	641	464	313	202	162	414	4968

#### Ένταση Ηλιακής Ακτινοβολίας, $I$

Ορίζεται ως ο ρυθμός πρόσπτωσης της Ηλιακής Ακτινοβολίας σε μία επιφάνεια ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου.

Μετράται σε  $W/m^2$ .

## 2.4 Όργανα μέτρησης Ηλιακής Ακτινοβολίας

### 2.4.1 Ακτινόμετρα

Το μεγαλύτερο μέρος της ολικής ακτινοβολίας εμφανίζεται στην περιοχή κυμάτων του ορατού φωτός. Το φως ξεκινάει από τη φωτόσφαιρα του ήλιου, που βρίσκεται στη βάση της ηλιακής ατμόσφαιρας πάχους 500 Km και που μας κάνει αδύνατη την ενατένιση του ήλιου. Η ενεργός ακτινοβολία του ήλιου μπορεί να μετρηθεί επακριβώς με το ακτινόμετρο που κατασκευάστηκε το 1880 από τον S.P. Langley. Το όνομα του Langley πήρε και η μονάδα έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας:

$$1 \text{ Lan (ή Ly)} = 1 \text{ Cal/cm}^2 = 4,1868 \text{ Joule/cm}^2.$$

Ο τρόπος λειτουργίας του ακτινομέτρου βασίζεται στο σχηματισμό γέφυρας Wheatstone από δυο λεπτές ταινίες πλατίνας που έχουν μαυριστεί ηλεκτρολυτικά. Η μια ταινία προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία και η άλλη εκτίθεται σ' αυτή. Η ακτινοβολία προκαλεί στη δεύτερη ταινία άνοδο της θερμοκρασίας της και αύξηση της ηλεκτρικής της αντίστασης. Για να μετρηθεί η ενέργεια ακτινοβολίας που δέχεται το ακτινόμετρο, διοχετεύεται ρεύμα μέσα από την ταινία που δεν δέχεται ακτινοβολία και θεωρείται σαν ταινία αναφοράς, ώσπου εκείνη να δείξει την ίδια απόκλιση, όπως η ταινία που ακτινοβολείται. Η ένταση αυτού του βοηθητικού ρεύματος μετράται από ένα ευαίσθητο γαλβανόμετρο. Η καταγραφή του ακτινομέτρου αποτελεί το ακτινόγραμμα που δείχνει την ένταση της ακτινοβολίας σε συνάρτηση με την ώρα της ημέρας, δηλαδή δεδομένα μετρήσεων που αντιστοιχούν στις διάφορες θέσεις του ήλιου. Καταγράφεται πάντα η ίδια επιφάνεια της γης. Οι συντεταγμένες των καμπύλων που αντιστοιχούν σε κάθε μέτρηση, καθορίζουν το ποσό της ηλιακής ενέργειας, που απορροφάται από τη γήινη ατμόσφαιρα. Στα πιο σύγχρονα όργανα μέτρησης αυτού του είδους χρησιμοποιούνται, αντί των φύλλων πλατίνας, λεπτά στρώματα ημιαγωγών, μίγματα οξειδίων του νιοβίου, του μαγγανίου και του κοβαλτίου ή υπεραγωγοί, όπως το νιτρικό νιόβιο.

### 2.4.2 Πυρηλιόμετρα, Πυρανόμετρα και Πυρόμετρα

Για τη θερμοδομετρική μέτρηση της έντασης της ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται τα πυρηλιόμετρα, τα πυρανόμετρα και τα πυρόμετρα. Το πρώτο πυρηλιόμετρο προέρχεται από το Γάλλο Φυσικό Claude Pouillet(1837), που παρατήρησε με αυτό την αύξηση της θερμοκρασίας μιας ορισμένης ποσότητας νερού υπό την επίδραση του ηλιακού φωτός σε ορισμένο χρόνο. Αυτή η μέθοδος χρειάστηκε πολύ χρόνο και υπομονή. Σημαντική βελτίωση αποτελεί το πυρηλιόμετρο αντιστάθμισης του Σουηδού Φυσικού Angstrom (1814-1874), ο οποίος είναι γνωστός κυρίως για τις έρευνές του στη φασματομετρία. Το πυρηλιόμετρό του αποτελείται από δυο

μαύρα φύλλα μαγγανίου. Όπως και στο ακτινόμετρο, στο ένα φύλλο επιδρά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ το άλλο παραμένει στη σκιά. Αυτό το δεύτερο φύλλο θερμαίνεται με ηλεκτρικό ρεύμα, ώσπου να φθάσει τη θερμοκρασία του άλλου που ακτινοβολείται από τον ήλιο. Αρκεί και εδώ να μετρηθεί η ποσότητα του ρεύματος που χρειάζεται για να φθάσουν τα δυο φύλλα στην ίδια θερμοκρασία. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας βρίσκεται αν διαιρεθεί η ποσότητα αυτή με την επιφάνεια ανά  $cm^2$ .

Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός διοργανώνει διεθνείς συγκρίσεις πυρηλιόμετρων κατά μεγάλα χρονικά διαστήματα. Γι' αυτόν το σκοπό γίνονται μετρήσεις της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας ταυτόχρονα στο πρότυπο πυρηλιόμετρο (πυρηλιόμετρο αντιστάθμισης φύλλων αργύρου) και γίνεται σύγκριση με τις τιμές των πυρηλιόμετρων που διαθέτουν οι άλλες χώρες. Καθοριστικά είναι τα όργανα αναφοράς στο αστεροσκοπείο του Davos στην Ελβετία) και στο Μετεωρολογικό και Υδρολογικό Ινστιτούτο στο Norrköping



Σχήμα 2.7 Διάφορα πυρανόμετρα

Τα πυρανόμετρα χρησιμεύουν για τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας όταν πέφτει σε οριζόντια επιφάνεια. Το πυρανόμετρο του Angstrom αποτελείται από τέσσερις ταινίες μαγγανίου, από τις οποίες οι δυο είναι μαυρισμένες με πλατινούχο ουσία και οι άλλες δυο είναι επιστρωμένες με οξείδιο του μαγγνησίου ή οξείδιο του ψευδαργύρου. Οι δυο τελευταίες ταινίες θερμαίνονται, ώσπου η διαφορά θερμοκρασίας να εξισωθεί με την θερμοκρασία των μαυρισμένων ταινιών. Η μέτρηση της διαφοράς θερμοκρασίας γίνεται με θερμοστοιχεία.

Τα σύγχρονα πυρανόμετρα αποτελούνται από δύο ομόκεντρους γυάλινους θόλους και στο εσωτερικό τους υπάρχει μία μαύρη επιφάνεια με κεραμικό υπόστρωμα κάτω από την οποία υπάρχουν εκατοντάδες θερμοστοιχεία. Το σήμα του πυρανομέτρου είναι της τάξης  $mV$  και οδηγείται σε κατάλληλη συσκευή μέτρησης η οποία ταυτόχρονα κάνει και ολοκλήρωση του σήματος. Τα όργανα αυτά λέγονται ηλιακοί ολοκληρωτές (Solar integrators).





Σχήμα 2.8 Πυρανόμετρο εφοδιασμένο με δαχτυλίδι

Προκειμένου για μέτρηση της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας τα πυρανόμετρα εφοδιάζονται και με ένα δαχτυλίδι το οποίο τοποθετείται στην διεύθυνση του ήλιου για όλο το γεωγραφικό πλάτος των 00-090 Βορά και Νότου έτσι ώστε να σκιάζεται ο γυάλινος θόλος συνεχώς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Σκοπός του δαχτυλιδιού είναι να συλλάβει την απ' ευθείας ακτινοβολία του ήλιου κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας χωρίς επαναριθμηση. Επίσης κάθε λίγες ημέρες η θέση του δαχτυλιδιού πρέπει να επαναπροσαρμόζεται στην κλίση του ήλιου. Τα πυρανόμετρα υπάρχουν σε πολλούς τύπους, κυρίως για μετρήσεις στην περιοχή θερμοκρασιών από 700 - 3.000 οC. Τα πυρανόμετρα τύπου αντίστασης είναι κατάλληλα μόνο για μετρήσεις θερμοκρασίας από 500 - 1.500ο C.

### 2.4.3 Ηλιόμετρα

Το Ηλιόμετρο (από τον ελληνικό ήλιο και το μέτρο) είναι ένα όργανο που σχεδιάζεται αρχικά για τη μέτρηση της παραλλαγής της διαμέτρου του ήλιου στις διαφορετικές εποχές του έτους, αλλά που εφαρμόζεται τώρα στη σύγχρονη μορφή του οργάνου που είναι ικανό της πολύ ευρύτερης χρήσης. Για να συνοψίσουμε εν συντομία την ιστορία της ανάπτυξης του ηλιόμετρου, η πρώτη αίτηση του διαιρεμένου αντικείμενο-γυαλιού και η απασχόληση των διπλών εικόνων στα αστρονομικά μέτρα οφείλονται στην Anne Jean Marie Reni Savary σε 1743, Στον Pierre Bouguer το 1748 οφείλεται η αληθινή σύλληψη της μέτρησης από τη διπλή εικόνα χωρίς τη βοηθητική ενίσχυση ενός filar μικρόμετρου, δηλαδή με την αλλαγή της απόστασης μεταξύ δύο αντικείμενο-γυαλιών της ίσης εστίασης. Σε John Dollond το 1754 οφείλουμε το συνδυασμό ιδέας Savary του διαιρεμένου αντικείμενο-γυαλιού με τη μέθοδο Bouguer μέτρησης, και την κατασκευή των πρώτων πραγματικά πρακτικών ηλιομέτρων. Στον Joseph Von Fraunhofer, κάποια χρονιά όχι πολύ πριν από τα 1820, οφείλεται, εφ' όσον μπορούμε να εξακριβώσουμε, η κατασκευή του πρώτου ηλιομέτρου με ένα αχρωματικό διαιρεμένο αντικείμενο-γυαλί, δηλ. το πρώτο ηλιόμετρο του σύγχρονου τύπου.



Σχήμα 2.9 Ηλιόμετρο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την Ένταση της Ηλιακής Ακτινοβολίας

#### Ανακλαστικότητα, $\tau$

Ορίζεται ως το κλάσμα της προσπίπτουσας σε μια επιφάνεια ακτινοβολίας προς αυτήν που ανακλάται. Είναι αδιάστατο μέγεθος.

#### Αφεικτικότητα, $\epsilon$

Ορίζεται ως ο λόγος της ενέργειας που ακτινοβολεί ένα σώμα (σύμφωνα με το νόμο των Stefan και Boltzmann) προς αυτήν που θα ακτινοβολούσε εάν ήταν τέλει μέλαν σώμα. Το  $\epsilon$ , είναι αδιάστατο μέγεθος.

Τα  $\tau$  και  $\epsilon$  εξαρτώνται από το ποσοστό κάλυψης του ουρανού από σύννεφα και την σύσταση της ατμόσφαιρας. Η μέση τιμή του  $\tau$  είναι 0.3~0.4 και τοπικά μπορεί να φθάσει το 0.7 για χιονισμένες περιοχές.

#### Αέρια Μάζα

Ως Αέρια Μάζα,  $m$ , ορίζεται το πηλίκο του οπτικού πάχους της ατμόσφαιρας δια μέσου της οποίας περνά η άμεση ακτινοβολία, προς το οπτικό πάχος της ατμόσφαιρας όταν ο ήλιος βρίσκεται στο ζενιθ. Για γωνίες μεταξύ των  $0^\circ$  και  $70^\circ$  στο επίπεδο της θάλασσας ισχύει η σχέση:

$$m = (\cos \theta_z)^{-1} \quad (3.1)$$

Επομένως, το  $m$  είναι καθαρός αριθμός.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι σχέσεις:

$$m = \left[ \cos \theta_z + 0.15(93.885 - \theta_z)^{-1.25} \right]^{-1}, \text{ ή} \quad (3.2\alpha)$$

$$m = 35 / \left[ (1224 \cos^2 \theta_z) + 1 \right]^{0.5} \quad (3.2\beta)$$

#### Συντελεστής $k_T$

Ο παράγων  $\bar{K}_T$  ονομάζεται συντελεστής αιθριότητας και ορίζεται ως ο λόγος της μηνιαίας ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο προς την μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο στην περίπτωση που δεν υπήρχε ατμόσφαιρα.

Τούτο συμβαίνει μόνο σε μεγάλο ύψος δηλ. εκτός ατμόσφαιρας. Συνεπώς:

$$\bar{K}_T = \frac{\text{Μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο}}{\text{Μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο εκτός της ατμόσφαιρας}} \quad (3.3)$$

### 3.2 Βασικές έννοιες και γεωμετρία επιφάνειας

Ορίζουμε ως:

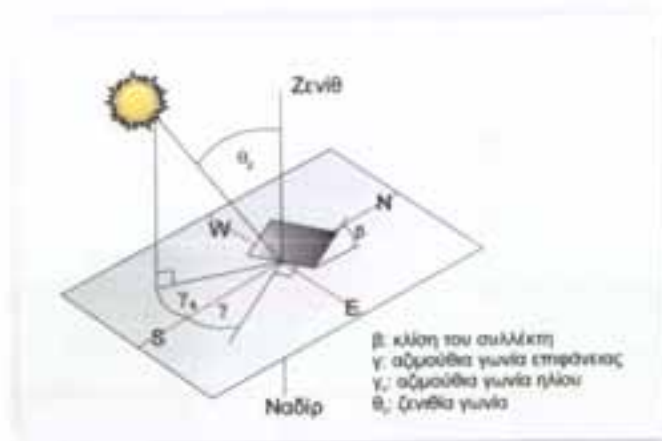
**β**, Κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη,

τη γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο του συλλέκτη και το οριζόντιο επίπεδο.

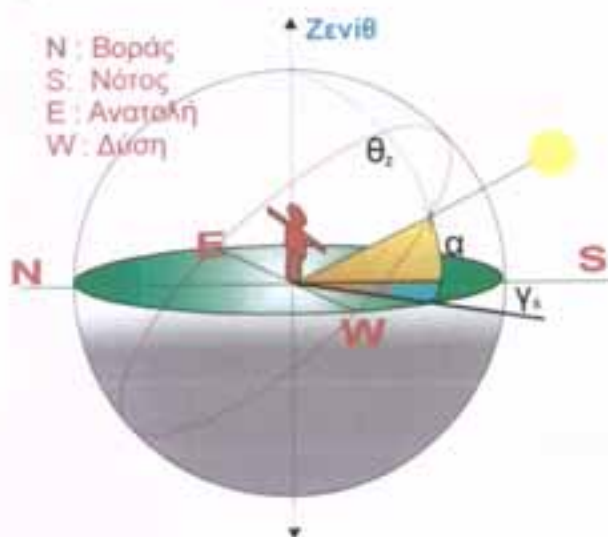
Η γωνία αυτή μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ από  $0^\circ$  έως  $90^\circ$ .

**γ**, **Αζιμουθιακή γωνία** ενός επιπέδου συλλέκτη. Είναι γωνία που δείχνει το προσανατολισμό του επιπέδου συλλέκτη. Για νότιο προσανατολισμό το  $\gamma$  είναι μηδέν. Η αζιμουθιακή γωνία, είναι αρνητική όταν η προβολή της καθέτου στο συλλέκτη, και του οριζοντίου επιπέδου "βλέπει" προς Ανατολάς και θετική όταν "βλέπει" προς Δυσμάς.

Ισχύει δηλαδή για τους ηλιακούς συλλέκτες:  $-90^\circ < \gamma < 90^\circ$



Σχήμα 3.1: Η διεύθυνση Β-Ν (ή Ν-Ν) και η προβολή στο οριζόντιο επίπεδο της καθέτου στο συλλέκτη ΣΣ', βλ. σχήμα 1.17, σχηματίζουν γωνία  $\gamma$ , η οποία καλείται αζιμουθιακή γωνία του συλλέκτη. Διακρίνουμε επίσης τις γωνίες : κλίση συλλέκτη  $\beta$ , την ζενιθία γωνία,  $\theta_z$  και την αζιμουθια γωνία του ηλίου  $\gamma_s$ .



Σχήμα 3.2: Τροχιά του ηλίου . Διακρίνουμε τις γωνίες  $\alpha$ ,  $\theta_z$ ,  $\gamma_s$ . Παρατηρούμε ότι η γωνία  $\theta_z$  είναι συμπληρωματική της γωνίας  $\alpha$ .

#### $\gamma_s$ , Αζιμουθιακή γωνία του ηλίου.

Είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του μεσημβρινού του τόπου και της προβολής στο οριζόντιο επίπεδο, της ευθείας που συνδέει τον Ήλιο με τον παρατηρητή ή τον ήλιο με το συλλέκτη. Το  $\gamma_s$  είναι θετικό προς δύση και αρνητικό προς ανατολή.

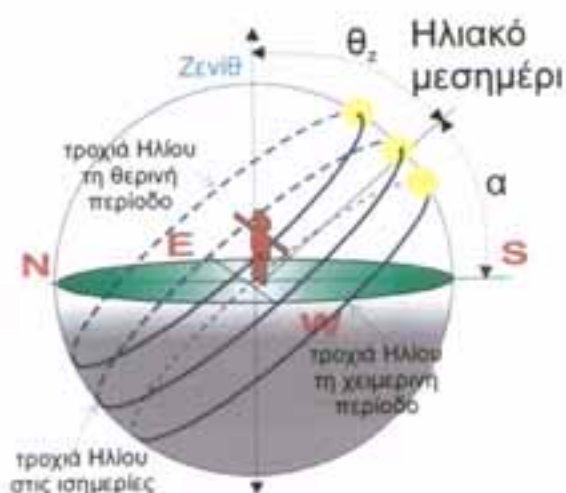
#### $\theta_z$ , Ζενιθία γωνία, είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της ευθείας που συνδέει το επίπεδο του συλλέκτη ή τον παρατηρητή με τον Ήλιο και της κατακορύφου του τόπου που βρίσκεται ο Ηλιακός συλλέκτης (διεύθυνση Zenith).

Ισχύει:  $\theta_z + \alpha = 90^\circ$

Παρατήρηση: Η συμπληρωματική προς τη  $\theta_z$  γωνία  $\alpha$  καλείται ύψος του Ηλίου, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

#### $\omega$ , Ωριαία γωνία είναι η γωνία που σχηματίζει ο Ήλιος κινούμενος στην ημερήσια τροχιά του.

Η γωνία αυτή μετράται με αρχή το μεσημβρινό επίπεδο του τόπου. Για κάθε χρονική στιγμή ( $h$ ) για μια ημέρα ( $n$ ) αντιστοιχεί και μια τιμή του  $\omega$ , ή  $\omega(h;n)$ . Η τιμή αυτή είναι θετική όταν το επίπεδο που ορίζεται από τον Ήλιο και την κατακόρυφο Παρατηρητή/Συλλέκτη - Zenith, ευρίσκεται προς Δυσμάς του μεσημβρινού του τόπου. Είναι δε αρνητική, όταν το επίπεδο αυτό ευρίσκεται προς Ανατολή.



Σχήμα 3.3: 3 τροχιές του ηλίου:

Μία κατά το χειμώνα, μία κατά την ισημερία και μία κατά τη θερινή περίοδο

Ανά μια ώρα η γωνία  $\omega$  μεταβάλλεται κατά  $15^\circ$ . Για παράδειγμα: την 12η ώρα (Α.Η.Χ.), όταν δηλαδή έχουμε ηλιακό μεσημέρι, τότε  $\omega=0^\circ$ . Στις 10 π.μ (Α.Η.Χ.) αντιστοιχεί  $\omega = -2 \cdot (15^\circ) = -30^\circ$  και στις 5μ.μ (Α.Η.Χ.)  $\omega = (5 \cdot 15^\circ) = 75^\circ$ .

$\omega_s$ , Ωριαία γωνία δύσης ή ανατολής του ηλίου,  $\omega_{ss}$  ή  $\omega_{sr}$  αντίστοιχα, καλείται η ωριαία γωνία  $\omega$  όταν το ύψος του ηλίου είναι  $\alpha = 0$  ή όταν η ζενιθία γωνία είναι:  $\theta_z = 90^\circ$ .

Σημείωση: Η ωριαία γωνία Δύσης  $\omega_{ss}$ ,  $>0$  είναι απολύτως ίση με την ωριαία γωνία Ανατολής  $\omega_{sr}$ ,  $<0$ .

$\omega'_s$ , Ωριαία γωνία δύσης ή ανατολής για ένα κεκλιμένο επίπεδο, καλείται η ωριαία γωνία  $\omega$  κατά την οποία ο ήλιος δύει ή ανατέλλει για το επίπεδο αυτό, όταν το θεωρήσουμε ως εκτεινόμενο απέραντα.

$\delta$ , Απόκλιση ηλίου, καλείται η γωνιακή θέση του Ηλίου (συμβατικά κατά την ηλιακή μεσημβρία) σε σχέση με το Ισημερινό επίπεδο.

Η ηλιακή απόκλιση,  $\delta$ , αλλάζει καθημερινά και προσδιορίζεται από την εξίσωση του Cooper:

$$\delta = 23.45^\circ \sin\left(360 \frac{284+n}{360}\right) \quad (3.4)$$

Το  $n$  είναι ο αύξων αριθμός της ημέρας του έτους.

$\theta$ , Γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας καλείται η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο του τόπου ή του συλλέκτη και της ευθείας που συνδέει αυτό το επίπεδο με τον ήλιο.

Παρατήρηση: παρατηρήστε ότι για το οριζόντιο επίπεδο η γωνία πρόσπτωσης  $\theta$ , ταυτίζεται με τη ζενιθία γωνία  $\theta_z$ .

$\alpha$ , Ύψος ηλίου καλείται η συμπληρωματική γωνία της ζενιθίας γωνίας  $\theta_z$  και δίνεται από τη γωνία μεταξύ της ευθείας τόπος-ήλιος και του οριζοντίου επιπέδου. Είναι δηλ,  $\theta_z + \alpha = 90^\circ$

Παρατήρηση: όταν ο Ήλιος ανατέλλει ή δύει, ισχύει πάντα  $\alpha=0$  και  $\theta_z=90^\circ$ .

$\phi$ , Γεωγραφικό πλάτος ή παράλληλος ενός τόπου, καλείται η γωνιώδης θέση του τόπου σε σχέση με τον ισημερινό.

Ορίζεται ως θετικό για τον Βορρά και αρνητικό για το Νότο. Ισχύει:  $-90^\circ < \phi < 90^\circ$ .

### 3.3 Βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις

Η γενική σχέση που συνδέει τη γωνία πρόσπτωσης  $\theta$  με τα υπόλοιπα τριγωνομετρικά μεγέθη που ορίσαμε ( $\phi$ ,  $\omega$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  και  $\gamma$ ) για μια ορισμένη χρονική στιγμή κατά τη νι-οστή ημέρα του χρόνου είναι η:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \sin \delta \cdot \sin \varphi \cos \beta - \sin \delta \cdot \cos \phi \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma + \\ &+ \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos \beta \cdot \cos \omega + \\ &+ \cos \delta \cdot \sin \phi \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \\ &+ \cos \delta \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma \cdot \sin \omega \end{aligned} \quad (3.5)$$

Η σχέση αυτή μπορεί να απλοποιηθεί υπό ορισμένες συνθήκες που συναντώνται συχνά στη πράξη, π.χ. όταν  $\gamma=0^\circ$ , για συλλέκτες προσανατολισμένους νότια, η σχέση (1.11) γράφεται:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \sin \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos \beta - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin \beta + \\ &+ \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin \beta \cdot \cos \omega \end{aligned} \quad (3.6a)$$

ή

$$\cos \theta = \cos(\varphi - \beta) \cos \delta \cos \omega + \sin(\varphi - \beta) \sin \delta \quad (3.6b)$$

Περαιτέρω απλοποίηση επιτυγχάνεται για επιφάνειες οι οποίες είναι κάθετες στο οριζόντιο επίπεδο δηλ. όταν  $\beta=90^\circ$ . Τότε η σχέση (3.5) γράφεται:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= -\sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \gamma + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \\ &+ \cos \delta \cdot \sin \gamma \cdot \sin \omega \end{aligned} \quad (3.7)$$

Για οριζόντιες επιφάνειες,  $\beta=0^\circ$ , προσανατολισμένες στο νοτιά,  $\gamma=0^\circ$ , η γωνία πρόσπτωσης  $\theta$  ταυίζεται με τη  $\theta_z$  δηλ.,  $\theta=\theta_z$  και η σχέση (3.5) γράφεται:

$$\cos \theta_z = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi \quad (3.8)$$

Για  $\theta_z=90^\circ$  η ωριαία γωνία  $\omega$ , είναι η ωριαία της Δύσης και Ανατολής ( $\omega_s$ ) αντίστοιχα. Λόγω συμμετρίας ως προς το ηλιακό μεσημέρι, η ωριαία γωνία δύσης και ανατολής έχουν την ίδια απόλυτη τιμή.

Η σχέση (3.8) στην περίπτωση αυτή γράφεται:

$$\begin{aligned} 0 &= \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi \Rightarrow \\ \cos \omega_s &= -\tan \varphi \cdot \tan \delta \Rightarrow \\ \omega_s &= \arccos(-\tan \varphi \cdot \tan \delta) = \cos^{-1}(-\tan \varphi \cdot \tan \delta) \end{aligned} \quad (3.9)$$

Η ωριαία γωνία ( $\omega'_s$ ) της δύσης ή της ανατολής του Ηλίου στο επίπεδο ενός συλλέκτη κλίσης  $\beta$ , είναι η μικρότερη των ακόλουθων δύο μεγεθών:

1. της ωριαίας γωνίας δύσης-ανατολής για το οριζόντιο επίπεδο και
2. της γωνίας  $\arccos(-\tan(\varphi - \beta) \tan \delta)$

Δηλαδή η  $\omega'_s$  θα προσδιορισθεί από τη σχέση:

$$\omega'_s = \min[\omega_s, \cos^{-1}[-\tan(\varphi - \beta) \tan \delta]] \quad (3.10)$$

Με βάση την ανωτέρω σχέση (1.18) προσδιορίζεται η ωριαία γωνία  $\omega'_s$ , δύσης και ανατολής του ηλίου στο κεκλιμένο επίπεδο κατά γωνία,  $\beta$ .

Η διάρκεια της ημέρας σε ώρες,  $N$ , υπολογίζεται από την σχέση:

$$N = \frac{2}{15^\circ/h} \cos^{-1}(-\tan \varphi \cdot \tan \delta) \quad (3.11)$$

ενώ η τιμή που υπολογίζεται από τη παραπάνω σχέση είναι το χρονικό διάστημα από την ανατολή έως το ηλιακό μεσημέρι ή από το ηλιακό μεσημέρι μέχρι τη δύση.

Η αζιμούθια γωνία του ηλίου κατά μια ημέρα  $\eta$ , που αντιστοιχεί σε απόκλιση  $\delta$  και για μια χρονική στιγμή που αντιστοιχεί σε γωνία  $\omega$ , προσδιορίζεται από την σχέση:

$$\sin \gamma_s = \frac{\cos \delta \cdot \sin \omega}{\sin \theta_z} \quad (3.12)$$

### 3.4 Ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο

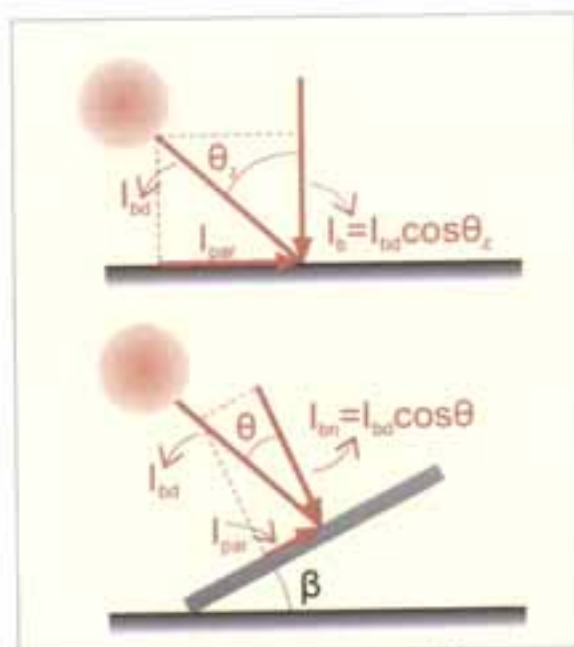
Γνωρίζοντας το  $\cos \theta$  και  $\cos \theta_z$  υπολογίζουμε τον συντελεστή  $R_b$ , ο οποίος μας βοηθά στο να υπολογίζουμε την άμεση ακτινοβολία που πέφτει κάθετα σε έναν κεκλιμένο ηλιακό συλλέκτη, όταν γνωρίζουμε την ένταση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει κάθετα στο οριζόντιο.

Από το σχήμα 3.4 εύκολα προκύπτει:

$$R_b = \frac{I_{bn}}{I_b} = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} = \frac{\cos(\varphi - \beta) \times \cos \delta \times \cos \omega + \sin(\varphi - \beta) \times \sin \delta}{\cos \varphi \times \cos \delta \times \cos \omega + \sin \varphi \times \sin \delta} \quad (3.13)$$

Ο τύπος αυτός εξάγεται εύκολα από μία απλή ανάλυση της άμεσης ακτινοβολίας, σε μία συνιστώσα κάθετη στο επίπεδο (οριζόντιο ή κεκλιμένο) και σε μία παράλληλη προς αυτό





Σχήμα 3.4: Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία προσπίπτουσα σε οριζόντιο και κεκλιμένο επίπεδο. Σχέσεις γωνίας πρόσπτωσης και ζενιθίας γωνίας.

### 3.4.1 Γενικευμένη έκφραση του στιγμιαίου συντελεστή R

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν τόσο την άμεση όσο και την έμμεση (διάχυτη) ηλιακή ακτινοβολία.

Είναι αναγκαίο για όλους τους ενεργειακούς υπολογισμούς που θα ακολουθήσουμε, να γνωρίζουμε την ακτινοβολία που φθάνει σε έναν ηλιακό συλλέκτη.

Για τούτο είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τα δεδομένα της ηλιακής ακτινοβολίας για το οριζόντιο επίπεδο, δηλ. την ακτινοβολία που φθάνει στο οριζόντιο επίπεδο σε  $W/m^2$  (όταν ομιλούμε για την ένταση της ακτινοβολίας), ή σε  $kJ/m^2$  όταν ομιλούμε για την ηλιακή ενέργεια (ολοκλήρωση της έντασης επί ένα ορισμένο χρονικό διάστημα π.χ. ημέρα) ή σε  $MJ/m^2$ , εάν η ένταση έχει ολοκληρωθεί για περίοδο, π.χ. ενός μήνα.

Για τους υπολογισμούς, ιδιαίτερα χρήσιμος είναι ο **συντελεστής R** που δίνει τον λόγο της ολικής έντασης (άμεσης και έμμεσης ή διάχυτης) στο κεκλιμένο επίπεδο ( $I_T$ ) προς αυτήν στο οριζόντιο ( $I$ ).

$$R = \frac{I_T}{I} \quad (3.14)$$

Προφανώς και επειδή το  $I_T$  έχει δυο συνιστώσες την άμεση  $I_{b,T}$  και την διάχυτη  $I_{d,T}$  η σχέση αυτή μπορεί να γραφτεί:

$$R = \frac{I_b}{I} R_b + \frac{I_d}{I} R_d \quad (3.15)$$

όπου,

$$R_b = \frac{I_{b,T}}{I_b} = \frac{\text{άμεση ακτινοβολία στο κεκλιμένο}}{\text{άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο}} \quad (3.17)$$

$$R_d = \frac{I_{d,T}}{I_d} = \frac{\text{διάχυτη ακτινοβολία στο κεκλιμένο}}{\text{διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο}} \quad (3.18)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης,  $R_d$ , λόγω της διάχυτης ακτινοβολίας εξαρτάται από την κατανομή της ακτινοβολίας αυτής στον ουρανό.

Υπάρχουν δυο περιπτώσεις:

A. Ο πολύ καθαρός ουρανός, όπου η διάχυτη ακτινοβολία προέρχεται μόνον από την γειτονία του ήλιου και είναι ουσιαστικά μια προς τα εμπρός σκέδαση. Στην περίπτωση αυτή, η διάχυτη ακτινοβολία αντιμετωπίζεται ισοδύναμα όπως η άμεση ακτινοβολία, και κατά συνέπεια:

$$R = R_b \quad (3.19)$$

B. Η δεύτερη περίπτωση, είναι αυτή κατά την οποία η διάχυτη ακτινοβολία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη στον ουρανό, λόγω π.χ. μίας γενικής 'θολούρας', ή μιας απαλής γενικά συννεφιάς. Στην περίπτωση αυτή, μια επιφάνεια όποια κατεύθυνση ή κλίση και αν έχει, θα λαμβάνει την ίδια διάχυτη ακτινοβολία, με συνέπεια το

$$R_d = 1 \quad (3.20)$$

Επομένως, από τις σχέσεις  $R = \frac{I_T}{I}$  και  $R = \frac{I_b}{I} R_b + \frac{I_d}{I} R_d$  προκύπτει:

$$I_T = I_b R_b + I_d \quad (3.21)$$

$$R = \frac{I_T}{I} = \frac{I_b}{I} R_b + \frac{I_d}{I} \quad (3.22)$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Επεξεργασία δεδομένων και υπολογισμοί

#### 4.1.1 Γενικά

Το  $I(h;n_j)$  που θα χρησιμοποιήσουμε για να γίνει η εκτίμηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, σε οποιοδήποτε επίπεδο και με οποιοδήποτε προσανατολισμό, είναι πειραματικές τιμές για τα έτη 1995-2000. Οι τιμές αυτές δίδονται στο Παράρτημα IV.

Η εκτίμηση του  $I_T(h;n_j)$  θα γίνει ωριαία για την οποιαδήποτε ημέρα.

Για τους υπολογισμούς απαιτείται η μέση ωριαία τιμή του  $I(h;n_j)$ , το  $I_m(h;n_j)$ , που θα προκύψει από τις αντίστοιχες τιμές των ετών 1995-2000. Ως παράδειγμα, ο Πίνακας 4.1, δίνει την μέση ωριαία τιμή του  $I(h;n_j)$  για τον μήνα Ιανουάριο για όλες τις ημέρες του μήνα.

Πίνακας 4.1

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000														
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	16	98	182	224	274	288	245	136	49	0	0	0
2	0	0	24	95	180	274	241	238	163	89	39	0	0	0
3	0	0	8	78	196	285	293	287	262	149	48	0	0	0
4	0	0	24	117	206	315	333	312	229	164	57	0	0	0
5	0	0	9	94	255	331	403	418	336	194	53	1	0	0
6	0	0	22	148	231	318	340	348	297	157	45	0	0	0
7	0	0	14	159	286	364	423	403	323	181	66	1	0	0
8	0	0	20	124	240	355	373	319	262	182	60	4	0	0
9	0	0	20	141	279	336	348	291	249	174	59	2	0	0
10	0	0	13	156	273	355	442	391	340	217	73	7	0	0
11	0	0	17	147	271	348	370	349	316	195	79	7	0	0
12	0	2	16	115	245	323	376	350	257	150	58	11	0	0
13	0	0	19	115	234	227	272	315	251	146	67	7	0	0
14	0	0	18	96	166	307	369	327	256	166	68	6	0	0
15	0	0	24	114	246	247	303	338	304	226	87	10	0	0
16	0	0	25	175	298	454	502	461	365	214	94	10	0	0
17	0	0	32	176	315	425	493	433	379	256	88	9	0	0
18	0	0	18	169	310	398	422	439	349	233	87	17	0	0
19	0	4	53	177	280	351	379	390	336	225	95	22	0	0
20	0	0	21	154	224	334	389	421	317	198	86	13	0	0
21	0	0	20	105	260	355	356	250	173	145	86	11	0	0
22	0	0	17	101	198	249	336	339	305	257	116	19	0	0
23	0	0	24	137	270	339	380	357	330	238	107	25	0	0
24	0	0	17	145	200	284	341	324	255	226	119	25	0	0
25	0	0	41	156	313	409	447	402	363	233	111	24	0	0
26	0	0	37	143	290	379	404	366	246	195	86	20	0	0
27	0	0	49	153	329	472	530	512	420	246	132	30	0	0
28	0	0	43	167	296	422	480	405	362	254	132	32	0	0
29	0	0	34	125	260	331	438	472	399	251	120	26	0	0
30	0	2	31	175	323	381	457	414	372	264	122	23	0	0
31	0	0	25	115	247	269	317	389	339	270	142	31	0	0

#### 4.1.2 Μοντέλο προσδιορισμού του $I_T(h;n_j)$ από το $I(h;n_j)$

Για την εκτίμηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο ανά ώρα,  $I_T(h;n_j)$  χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$I_T(h, n_j) = I(h, n_j) \cdot R \quad (4.1)$$

όπου:

R: συντελεστής μετατροπής ηλιακής ακτινοβολίας από οριζόντιο σε κεκλιμένο επίπεδο

Ο συντελεστής R προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$R = \left(1 - \left(\frac{I_d}{I}\right)\right) \cdot R_h + \left(\frac{I_d}{I}\right) \cdot \left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right) \quad (4.2)$$

$I_d(h;n_j)$  : διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο. Μετρείται από ζεύγος πυρανόμετρου. Το ένα από αυτά έχει στεφάνη πέριξ της αισθητήριας περιοχής και μετρά απευθείας την διάχυτη ακτινοβολία.

$$R_h = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} \quad (4.3)$$

όπου:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \sin \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos \beta - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin \beta + \\ &+ \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin \beta \cdot \cos \omega \end{aligned} \quad (4.4)$$

και

$$\cos \theta_z = \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi \quad (4.5)$$

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left(360 \frac{284 + n}{360}\right) \quad (4.6)$$

$\beta$ : κλίση συλλέκτη

Το πηλίκο  $\frac{I_d}{I}$  είναι συνάρτηση του συντελεστή αιθριότητας κτ.

Ο συντελεστής  $k_T$  ορίζεται από τη σχέση:

$$k_T(h, n_j) = \frac{I(h, n_j)}{I_{sw}(h, n_j)} \quad (4.7)$$

$$I_{sw} = 1372 * (1 + 0.033 * \cos\left(\frac{360 * n}{365}\right) * \sin \phi * \sin \delta + \cos \omega * \cos \delta * \cos \phi \quad (4.8)$$

Η εκτίμηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας με ωριαία ανάλυση των δεδομένων, επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας σειράς από τύπους που δίδονται στη συνέχεια.

$$\frac{I_d}{I} = 1 - 0.249 * k_T \quad k_T < 0.35 \quad (4.9\alpha)$$

$$\frac{I_d}{I} = 1.557 - 1.84 * k_T \quad 0.35 < k_T < 0.75 \quad (4.9\beta)$$

$$\frac{I_d}{I} = 0.177 \quad k_T > 0.75 \quad (4.9\gamma)$$

Επειδή οι μετρήσεις δυνατόν να γίνονται με Τ.Ω.Χ., για λόγους απεξάρτησης των αποτελεσμάτων από τον Συμβατικό Ωρολογιακό Χρόνο και για λόγους σύγκρισης των αποτελεσμάτων, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τον Α.Η.Χ. Η σχέση Α.Η.Χ και Τ.Ω.Χ δίδεται κατωτέρω:

$$T.\Omega.X = A.H.X + 4 * (L_{st} - L_{loc}) - E \quad (4.10)$$

Το Ε είναι συντελεστής διόρθωσης. Μπορούμε να το πάρουμε από διάγραμμα, ωστόσο για μεγαλύτερη ακρίβεια χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο:

$$E = 0.0172 + 0.3278 * \cos B - 7.345 * \sin B - 3.3468 * \cos^2 B - 9.3544 * \sin^2 B \quad (4.11)$$

$$B = 360 * \frac{n-1}{365} \quad (4.12)$$

Τα  $L_{st}$  και είναι το Γεωγραφικό Μήκος της χώρας για την οποία γίνονται οι υπολογισμοί.

Το  $L_{loc}$  είναι το Γεωγραφικό Μήκος του τόπου για τον οποίο γίνονται οι υπολογισμοί.

## 4.2 Προεργασία – Ανάλυση αποτελεσμάτων

Η αξιοπιστία των υπολογισμών απαιτεί προηγουμένως επεξεργασία των δεδομένων του  $I(h;n_j)$ . Ο λόγος της επεξεργασίας τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι η καταγραφή των  $I(h;n_j)$  δεδομένων γίνεται ωριαία και δεν δίνει ακριβή θέση της κορυφής του  $I(h;n_j)$ .

Για το λόγο αυτό η επεξεργασία των δεδομένων απαιτεί σχεδιασμό των διαγραμμάτων:

α. της έντασης στο οριζόντιο επίπεδο  $I(h;n_j)$  και

β. της έντασης στην εξώσφαιρα  $[I_{ext}(h;n_j)]$

συναρτήσεως του Α.Η.Χ, για την χαρακτηριστική ημέρα κάθε μήνα. (βλ. Παράρτημα V)

Παρατηρούμε τα διαγράμματα και διαπιστώνουμε ότι γενικά δεν είναι συμμετρικά γύρω από το ηλιακό μεσημέρι (12:00). Τούτο εξηγεί και το ανωτέρω γεγονός που αναλύθηκε περί του μη ακριβούς Χρονικού προσδιορισμού του peak.

Το πόση μετατόπιση χρειάζεται και προς τα πού του  $I_T(h;n_j)$ , χρονικά ως αυτή να ευρίσκεται συμμετρική κάτω από την  $I_{ext}(h;n_j)$ , φαίνεται από το διάγραμμα της ακτινοβολίας στην εξώσφαιρα  $[I_{ext}(h;n_j)]$  συναρτήσεως του Αληθή Ηλιακού Χρόνου.

## 4.3 Σχολιασμός Διαγραμμάτων – Μετατοπίσεις

Στον Πίνακα 4.2α, που ακολουθεί, δίδονται οι υπολογισμοί για την 17.01, για την Πάτρα για μία επιφάνεια με κλίση ( $\beta$ )  $45^\circ$  και νότιο προσανατολισμό ( $\gamma=0$ ). Οι υπολογισμοί αυτοί είναι χωρίς μετατόπιση.

Στο Σχήμα 4.1α φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο, της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο, καθώς και της ακτινοβολίας στην εξώσφαιρα συναρτήσεως του αληθή ηλιακού χρόνου.

Παρατηρώντας το διάγραμμα της ακτινοβολίας στην εξώσφαιρα, καταλαβαίνουμε ότι χρειάζεται να μετατοπίσουμε την καμπύλη περίπου 20 λεπτά. Προσθέτουμε δηλαδή στον αληθή ηλιακό χρόνο 20 λεπτά και η καμπύλη μετατοπίζεται προς τα δεξιά και γίνεται συμμετρική ως προς το ηλιακό μεσημέρι. Ανάλογα μετατοπίζονται και οι καμπύλες της έντασης της ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο και στο κεκλιμένο.

Στον πίνακα 4.2β δίνονται οι υπολογισμοί για την 17<sup>η</sup> Ιανουαρίου μετά την μετατόπιση ενώ στο σχήμα 4.1α φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις μετά την μετατόπιση

Πίνακας 4.2α: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ-υπολογισμοί Χωρίς μετατόμιση

17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ																
I	0	0	25	175	298	454	502	461	365	214	94	10	0	0	0	0
hReal	5,36	6,36	7,36	8,36	9,36	10,36	11,36	12,36	13,36	14,36	15,36	16,36	17,36	18,36	19,36	20
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
w	-99,63	-94,63	-69,63	-54,63	-39,634	-24,634	-9,634	5,366	20,366	35,366	50,366	65,366	80,366	95,366	110,366	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
cosθ	0,00	0,13	0,37	0,58	0,76	0,89	0,96	0,97	0,91	0,80	0,63	0,43	0,19779	0	0	
cosφz	0,00	0,00	0,04	0,20	0,35	0,45	0,50	0,51	0,47	0,38	0,25	0,08565	0	0	0	
Rb	0,00	0,00	10,41	2,83	2,19	1,98	1,90	1,89	1,95	2,11	2,59	5,01063	0	0	0	
R	0,85	0,85	4,32	0,90	0,99	1,20	1,50	1,60	1,65	1,73	1,81	4,27	0,87	0,85	0,85	
IT	0,00	0,00	107,22	156,48	294,26	545,27	751,17	738,18	601,29	369,83	170,36	44,17	0,00	0,00	0,00	
																2597,50
																3778,21

uB			72,53													
AHX			16,84													
B			15,78													
COSB			0,96													
SINB			0,27													
COS2(B)			0,93													
SIN2(B)			0,07													
E			-5,46													
Lel			30													
Lloc			21,73													
TOX			17,48													

TOX-AHX 0,64

TEXT	-486,13	-214,91	49,69	289,63	488,56	632,52	712,88	722,99	662,56	535,89	351,05	121,22	-138,14	-409,36	-673,96	
KT	0,00	0,00	0,50	0,09	0,36	0,47	0,64	0,69	0,70	0,68	0,61	0,78	-0,0748	0	0	
ldi/ 0,35	1	1	FALSE	0,9786501	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,01963	1	1	
ldi/ 0,75	FALSE	FALSE	0,64	FALSE	0,90	0,69	0,39	0,28	0,28	0,30	0,44	0,13021	FALSE	FALSE	FALSE	
ldi/ 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	FALSE	FALSE	FALSE	
ldi	1,00	1,00	0,64	0,98	0,90	0,69	0,39	0,28	0,28	0,30	0,44	0,18	1,01963	1	1	



Πίνακας 4.2β: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ - υπολογισμοί με μετατόπιση

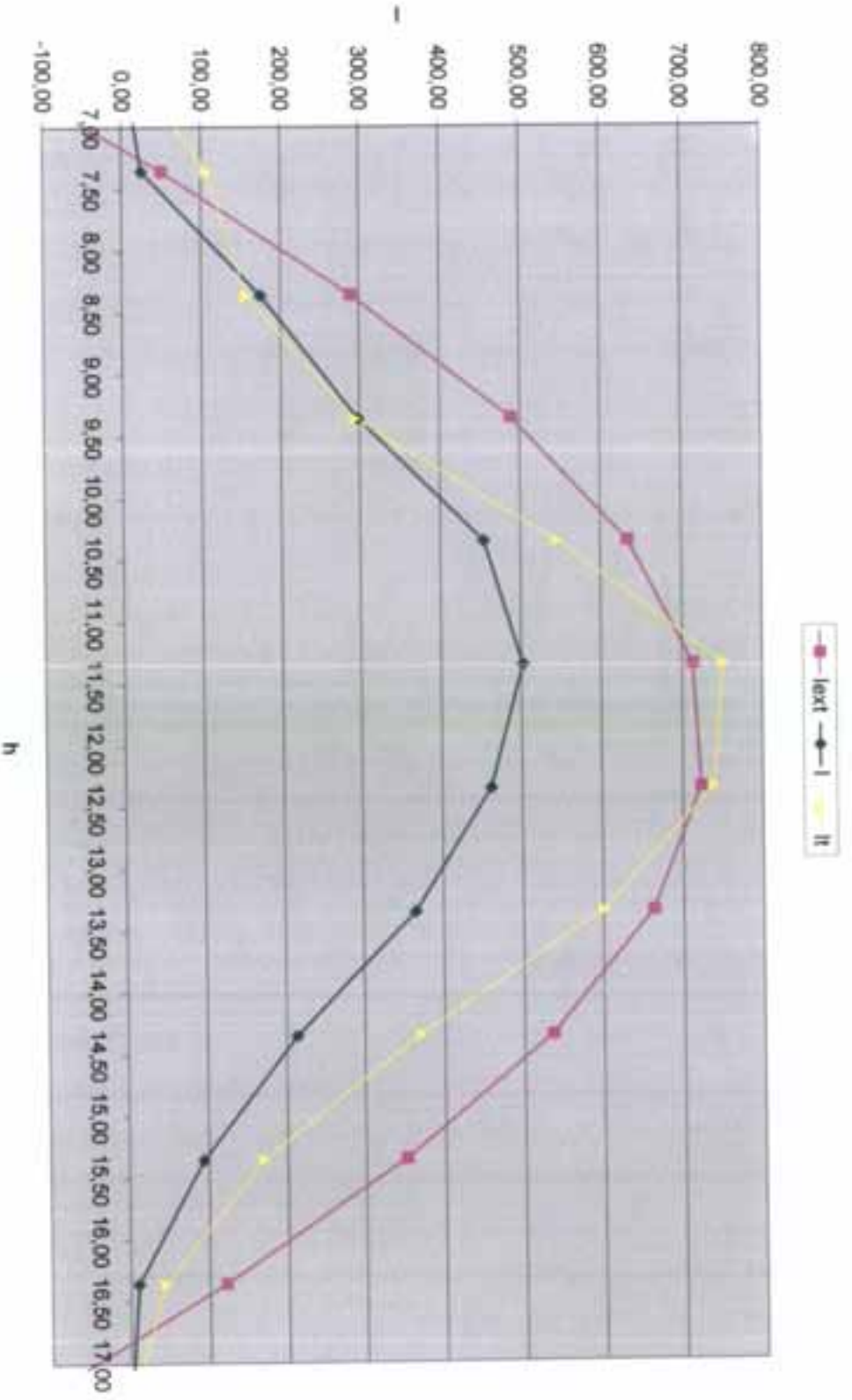
17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ																
l	0	0	25	175	298	454	502	481	365	214	94	10	0	0	0	2597,50
hReal	6,71	6,71	7,71	8,71	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	17,71	18,71	19,71	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
δ	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-64,38	-79,38	-64,38	-49,38	-34,384	-19,384	-4,384	10,616	25,616	40,616	55,616	70,616	85,616	100,616	115,616	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
costl	0,00	0,21	0,44	0,65	0,81	0,92	0,97	0,95	0,88	0,75	0,57	0,35	0,1347	0	0	
costR	0,00	0,00	0,10	0,26	0,39	0,47	0,51	0,50	0,44	0,34	0,19	0,02327	0	0	0	
Rb	0,00	0,00	4,57	2,51	2,09	1,94	1,89	1,90	1,99	2,21	2,91	15,0596	0	0	0	
R	0,85	0,85	1,02	0,88	0,95	1,14	1,47	1,63	1,76	1,97	2,55	12,55	0,86	0,85	0,85	
IT	0,00	0,00	25,35	153,99	283,51	517,08	738,25	753,60	643,68	421,77	239,69	129,63	0,00	0,00	0,00	3906,55

ubs	72,53
AHX	16,84
B	15,78
COSB	0,98
SINB	0,27
COS2(B)	0,93
SIN2(B)	0,07
E	-5,46
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	17,48

TOX-AHX 0,64

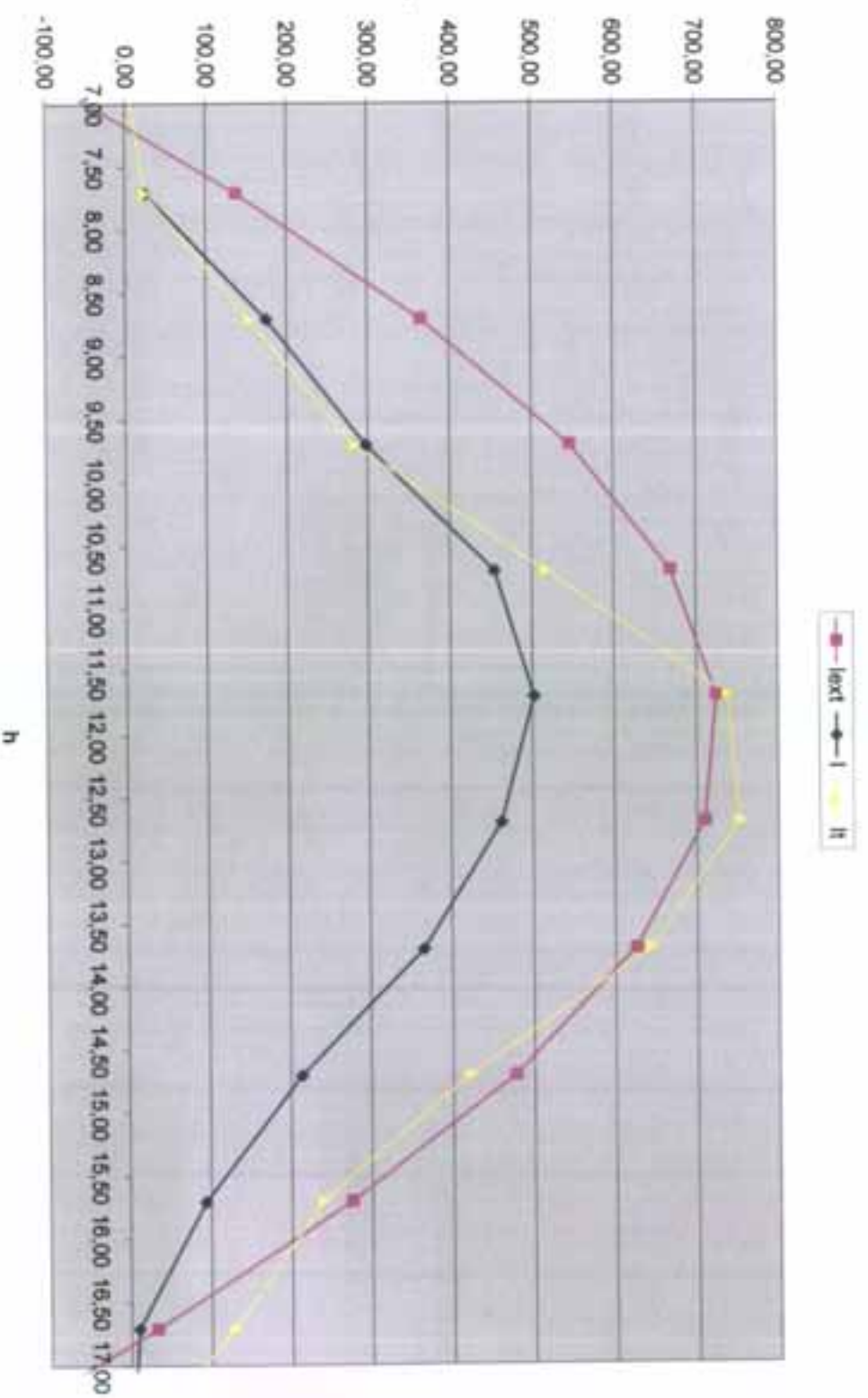
EXT	-381,61	-120,80	137,36	384,68	545,88	668,61	724,50	709,75	625,35	477,07	275,01	32,93	-232,66	-503,67	-761,63
KT	0,00	0,00	0,18	0,07	0,32	0,45	0,53	0,71	0,74	0,77	0,78	2,85	-0,04441	0	0
Id1 0,35	1	1	0,98498	0,983044	0,92033	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,01106	1	1
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1	1,00	1,00	0,95	0,98	0,92	0,74	0,40	0,26	0,20	0,18	0,18	0,18	1,01106	1	1

17/1  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.3α: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ - μη μετατοπισμένο

17/1  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.3β: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ- μετατροπισμένο

Στο έκτο παράρτημα που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά οι πίνακες υπολογισμού της ενέργειας της ημέρας σε ωριαία βάση, καθώς και τα διαγράμματα της ακτινοβολίας συναρτήσει της ώρας. Αλλάζοντας στον πίνακα του excel την κλίση,  $\beta$ , ή τον προσανατολισμό,  $\gamma$ , του πλαισίου, αυτόματα αλλάζει και η ενέργεια που μπορεί να δώσει η επιφάνεια ενός  $m^2$  με αυτή την κλίση και αυτό τον προσανατολισμό. Ακόμη, αλλάζοντας τα δεδομένα της τοποθεσίας (γεωγραφικό πλάτος,  $\phi$ , και μήκος χώρας,  $L_{\text{est}}$ , και τόπου,  $L_{\text{loc}}$ ) μπορούμε να εκτιμήσουμε την ενέργεια που θα δώσει η επιφάνεια του ενός  $m^2$  σε οποιαδήποτε περιοχή θέλουμε με ό,τι κλίση και προσανατολισμό θέλουμε.

Γεωγραφικά πλάτη ( $\phi$ ) και μήκη ( $L_{\text{m}}$ ) κυριότερων αστικών κέντρων της Ελλάδας

	$\phi^\circ$	$L_{\text{m}}$		$\phi^\circ$	$L_{\text{m}}$
Άγιος Νικόλαος	35.9	25.43	Κόρινθος	37.56	22.57
Αγρίνιο	38.38	21.24	Λαμία	38.54	22.26
Αθήνα	37.59	23.43	Λάρισα	39.38	22.25
Αλεξανδρούπολη	40.52	25.53	Λειβαδιά	38.26	22.53
Άργος	37.38	22.44	Λευκάδα	38.50	20.42
Αργοστόλι	38.11	20.29	Μυτιλήνη	39.6	26.33
Άρτα	39.9	20.59	Ναύπλιον	37.35	22.48
Βέροια	40.32	22.13	Ξάνθη	41.9	24.54
Βόλος	39.22	22.56	Ορεστιάδα	41.31	26.32
Δράμα	41.9	24.1	Πάτρα	38.15	21.44
Ζάκυνθος	37.47	20.54	Πειραιάς	37.57	23.39
Ηράκλειο	35.20	25.8	Πρέβεζα	38.57	20.45
Θεσσαλονίκη	40.38	22.58	Πύργος	37.41	21.26
Ιωάννινα	39.40	20.51	Ρέθυμνο	35.23	24.29
Καβάλα	40.57	24.25	Ρόδος	36.27	28.13
Καλαμάτα	37.3	22.7	Σέρρες	41.6	23.33
Καρδίτσα	39.22	21.55	Σπάρτη	37.5	22.26
Καστοριά	40.32	21.16	Τρικαλα	39.33	21.46
Κατερίνη	40.17	22.31	Τρίπολη	37.31	22.22
Κέρκυρα	39.37	19.55	Φλώρινα	40.47	21.25
Κιλκίς	41.0	22.53	Χαλκίδα	35.28	23.36
Κοζάνη	40.19	21.48	Χανιά	35.31	24.1
Κομοτηνή	41.7	25.25	Χίος	38.22	26.8

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Γεωγραφικά μήκη και πλάτη των κυριότερων αστικών κέντρων

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Χωρισμός της χώρας σε κλιματολογικές ζώνες



**ΠΙΝΑΚΑΣ Ι: ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΟΛΕΩΝ ΣΕ ΖΩΝΕΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**

1	2	3	4	5	6
Ηράκλειο Ιεράπετρα Ρόδος Σητεία Χανιά	Αθήνα Καλαμάτα Νάξος Σάμος Σύρος	Αργοστόλι Κόρινθος Μυτιλήνη Πάτρα Χίος	Άρτα Κέρκυρα Λαμία Λήμνος	Θεσσαλονίκη Καβάλα Κατερίνη Λάρισα	Ιωάννινα Κομοτηνή Κόνιτσα Σέρρες

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ: ΟΛΙΚΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ  
ΑΝΑ ΜΗΝΑ (MJ/m<sup>2</sup>)**

ΖΩΝΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο.	ΣΥΝΟΛΟ
1	230	277	439	558	706	770	817	760	598	421	284	220	507	6080
2	230	274	418	493	691	752	781	713	536	382	270	198	478	5738
3	220	259	400	493	684	745	781	713	526	367	241	187	468	5616
4	194	234	371	493	644	724	781	695	504	349	220	173	449	5384
5	169	223	360	493	644	680	727	670	486	328	220	162	430	5162
6	169	216	349	468	612	666	706	641	464	313	202	162	414	4968

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ: ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ 24 ΩΡΟΥ (°C)**

ΖΩΝΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο.
1	13	13	15	17	21	26	28	28	25	22	18	15	20
2	11	12	13	16	20	25	27	27	24	20	16	13	19
3	11	12	13	16	20	25	27	27	24	20	16	13	19
4	8	9	11	16	20	25	27	27	23	18	14	9	17
5	5	7	10	14	20	24	27	27	23	17	12	7	16
6	4	6	9	15	20	24	27	24	22	16	11	6	15

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Η ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο,  $H_T$ , για ένα μήνα ή για μια εβδομάδα ή μια ημέρα υπολογίζεται από την αντίστοιχη τιμή στο οριζόντιο, βλ. Πίνακας ΙΙ, Παράρτημα V, και από τον συντελεστή  $\bar{R}$  σύμφωνα με την σχέση:

$$H_T = \bar{R} \times H \quad (8)$$

#### ΜΕΣΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ $\bar{R}$

(α) ΖΩΝΗ 1										
Κλίση $\beta$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Μήνας										
Ι	1.00	1.18	1.33	1.46	1.55	1.60	1.61	1.59	1.52	1.42
Φ	1.00	1.12	1.22	1.30	1.34	1.35	1.34	1.29	1.21	1.10
Μ	1.00	1.07	1.13	1.16	1.16	1.14	1.09	1.01	0.92	0.80
Λ	1.00	1.03	1.04	1.02	0.99	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53
Μ	1.00	0.99	0.97	0.93	0.87	0.79	0.70	0.60	0.49	0.38
Ι	1.00	0.98	0.94	0.89	0.82	0.73	0.64	0.53	0.42	0.32
Ι	1.00	0.98	0.95	0.90	0.84	0.75	0.66	0.55	0.44	0.33
Λ	1.00	1.01	1.01	0.99	0.94	0.87	0.78	0.68	0.57	0.45
Σ	1.00	1.06	1.11	1.13	1.12	1.08	1.02	0.93	0.82	0.70
Ο	1.00	1.12	1.22	1.30	1.34	1.34	1.32	1.26	1.17	1.06
Ν	1.00	1.18	1.34	1.47	1.56	1.62	1.63	1.60	1.53	1.42
Δ	1.00	1.20	1.38	1.53	1.64	1.71	1.74	1.72	1.66	1.56

(β) ΖΩΝΗ 2										
Κλίση $\beta$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Μήνας										
Ι	1.00	1.19	1.36	1.49	1.59	1.65	1.67	1.65	1.59	1.49
Φ	1.00	1.13	1.24	1.32	1.36	1.38	1.37	1.32	1.24	1.13
Μ	1.00	1.07	1.13	1.16	1.17	1.14	1.10	1.02	0.93	0.81
Λ	1.00	1.03	1.03	1.02	0.99	0.93	0.86	0.77	0.66	0.55
Μ	1.00	0.99	0.97	0.93	0.88	0.80	0.71	0.61	0.51	0.40
Ι	1.00	0.98	0.94	0.89	0.82	0.74	0.65	0.54	0.44	0.33
Ι	1.00	0.99	0.96	0.91	0.85	0.77	0.67	0.57	0.46	0.35
Λ	1.00	1.02	1.01	0.99	0.95	0.88	0.80	0.70	0.58	0.46
Σ	1.00	1.06	1.11	1.12	1.11	1.08	1.02	0.93	0.83	0.71
Ο	1.00	1.12	1.22	1.29	1.33	1.34	1.32	1.26	1.18	1.06
Ν	1.00	1.19	1.35	1.49	1.58	1.64	1.66	1.63	1.56	1.46



Δ	1.00	1.20	1.38	1.53	1.64	1.71	1.74	1.72	1.66	1.56
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(γ) ΖΩΝΗ 3										
Κλίση β	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Μήνας										
Ι	1.00	1.20	1.37	1.51	1.62	1.69	1.71	1.69	1.63	1.53
Φ	1.00	1.13	1.24	1.32	1.37	1.39	1.38	1.33	1.25	1.15
Μ	1.00	1.08	1.13	1.17	1.17	1.15	1.11	1.03	0.94	0.83
Α	1.00	1.03	1.04	1.03	0.99	0.94	0.87	0.78	0.68	0.56
Μ	1.00	1.00	0.98	0.94	0.88	0.81	0.72	0.62	0.52	0.41
Ι	1.00	0.98	0.95	0.90	0.83	0.75	0.66	0.55	0.45	0.34
Ι	1.00	0.99	0.96	0.92	0.85	0.77	0.68	0.58	0.47	0.36
Α	1.00	1.02	1.02	1.00	0.95	0.89	0.81	0.71	0.60	0.48
Σ	1.00	1.07	1.11	1.13	1.12	1.09	1.03	0.95	0.85	0.72
Ο	1.00	1.12	1.23	1.30	1.35	1.36	1.33	1.28	1.20	1.08
Ν	1.00	1.19	1.35	1.48	1.58	1.63	1.65	1.62	1.56	1.45
Δ	1.00	1.21	1.39	1.55	1.66	1.74	1.77	1.76	1.70	1.60

(δ) ΖΩΝΗ 4										
Κλίση β	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Μήνας										
Ι	1.00	1.18	1.33	1.46	1.55	1.61	1.62	1.60	1.54	1.44
Φ	1.00	1.12	1.22	1.29	1.34	1.35	1.33	1.28	1.21	1.11
Μ	1.00	1.07	1.13	1.15	1.16	1.14	1.09	1.02	0.93	0.82
Α	1.00	1.03	1.04	1.03	0.99	0.94	0.87	0.78	0.68	0.56
Μ	1.00	1.00	0.98	0.94	0.88	0.81	0.73	0.63	0.52	0.41
Ι	1.00	0.98	0.95	0.90	0.83	0.75	0.66	0.56	0.45	0.35
Ι	1.00	0.99	0.96	0.92	0.85	0.77	0.68	0.58	0.47	0.36
Α	1.00	1.02	1.02	1.00	0.95	0.89	0.81	0.71	0.60	0.48
Σ	1.00	1.06	1.11	1.13	1.12	1.09	1.03	0.94	0.84	0.72
Ο	1.00	1.12	1.22	1.29	1.33	1.34	1.32	1.26	1.18	1.07
Ν	1.00	1.17	1.32	1.44	1.53	1.58	1.59	1.57	1.50	1.40
Δ	1.00	1.19	1.37	1.51	1.61	1.68	1.71	1.69	1.64	1.54

(ε) ΖΩΝΗ 5

Κλίση β \ Μήνας	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Ι	1.00	1.17	1.32	1.44	1.52	1.57	1.59	1.56	1.50	1.41
Φ	1.00	1.12	1.22	1.30	1.35	1.36	1.35	1.30	1.22	1.12
Μ	1.00	1.07	1.13	1.16	1.17	1.15	1.10	1.03	0.94	0.83
Α	1.00	1.03	1.04	1.03	1.00	0.95	0.88	0.79	0.69	0.57
Μ	1.00	1.00	0.98	0.94	0.89	0.82	0.73	0.64	0.53	0.42
Ι	1.00	0.98	0.95	0.91	0.84	0.76	0.67	0.57	0.47	0.37
Ι	1.00	0.99	0.96	0.92	0.86	0.78	0.69	0.59	0.49	0.38
Α	1.00	1.02	1.02	1.00	0.96	0.90	0.82	0.72	0.61	0.49
Σ	1.00	1.07	1.11	1.13	1.13	1.09	1.04	0.96	0.86	0.74
Ο	1.00	1.12	1.22	1.29	1.34	1.35	1.33	1.27	1.19	1.08
Ν	1.00	1.19	1.35	1.48	1.58	1.63	1.65	1.63	1.57	1.46
Δ	1.00	1.20	1.37	1.52	1.63	1.70	1.73	1.72	1.66	1.57

(στ) ΖΩΝΗ 6

Κλίση β \ Μήνας	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Ι	1.00	1.18	1.34	1.48	1.57	1.64	1.66	1.64	1.58	1.49
Φ	1.00	1.13	1.23	1.31	1.36	1.38	1.37	1.32	1.25	1.15
Μ	1.00	1.08	1.13	1.17	1.18	1.16	1.11	1.04	0.96	0.85
Α	1.00	1.03	1.04	1.04	1.01	0.96	0.89	0.80	0.70	0.59
Μ	1.00	1.00	0.98	0.95	0.90	0.83	0.74	0.65	0.55	0.44
Ι	1.00	0.98	0.96	0.91	0.85	0.77	0.68	0.58	0.48	0.38
Ι	1.00	0.99	0.97	0.93	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50	0.39
Α	1.00	1.02	1.02	1.01	0.97	0.91	0.83	0.73	0.62	0.51
Σ	1.00	1.07	1.11	1.14	1.13	1.10	1.05	0.97	0.87	0.75
Ο	1.00	1.12	1.23	1.30	1.35	1.36	1.34	1.29	1.21	1.10
Ν	1.00	1.19	1.35	1.48	1.58	1.64	1.66	1.64	1.58	1.48
Δ	1.00	1.22	1.41	1.57	1.70	1.78	1.82	1.81	1.76	1.67

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται η μέση τιμή της ακτινοβολίας για έξι έτη στο οριζόντιο επίπεδο κάθε μέρα ανά ώρα.

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000														
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	16	98	182	224	274	288	245	136	49	0	0	0
2	0	0	24	95	180	274	241	238	163	89	39	0	0	0
3	0	0	8	78	196	285	293	287	262	149	48	0	0	0
4	0	0	24	117	206	315	333	312	229	164	57	0	0	0
5	0	0	9	94	255	331	403	418	336	194	53	1	0	0
6	0	0	22	148	231	318	340	348	297	157	45	0	0	0
7	0	0	14	159	286	364	423	403	323	181	66	1	0	0
8	0	0	20	124	240	355	373	319	262	182	60	4	0	0
9	0	0	20	141	279	336	348	291	249	174	59	2	0	0
10	0	0	13	156	273	355	442	391	340	217	73	7	0	0
11	0	0	17	147	271	348	370	349	316	195	79	7	0	0
12	0	2	16	115	245	323	376	350	257	150	58	11	0	0
13	0	0	19	115	234	227	272	315	251	146	67	7	0	0
14	0	0	18	96	166	307	369	327	256	166	68	6	0	0
15	0	0	24	114	246	247	303	338	304	226	67	10	0	0
16	0	0	25	175	298	454	502	461	365	214	94	10	0	0
17	0	0	32	176	315	425	493	433	379	256	88	9	0	0
18	0	0	18	169	310	398	422	439	349	233	87	17	0	0
19	0	4	53	177	280	351	379	390	336	225	95	22	0	0
20	0	0	21	154	224	334	389	421	317	198	86	13	0	0
21	0	0	20	105	260	355	356	250	173	145	86	11	0	0
22	0	0	17	101	198	249	336	339	305	257	116	19	0	0
23	0	0	24	137	270	339	380	357	330	238	107	25	0	0
24	0	0	17	145	200	284	341	324	255	226	119	25	0	0
25	0	0	41	156	313	409	447	402	363	233	111	24	0	0
26	0	0	37	143	290	379	404	366	246	195	86	20	0	0
27	0	0	49	153	329	472	530	512	420	246	132	30	0	0
28	0	0	43	167	296	422	480	405	362	254	132	32	0	0
29	0	0	34	125	260	331	438	472	399	251	120	26	0	0
30	0	2	31	175	323	381	457	414	372	264	122	23	0	0
31	0	0	25	115	247	269	317	389	339	270	142	31	0	0

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	28	174	262	346	385	387	311	255	118	12	0	0
2	0	2	40	125	262	369	402	349	299	220	122	24	0	0
3	0	0	55	188	320	472	553	459	380	310	147	56	0	0
4	0	0	44	166	329	361	415	357	280	210	78	28	0	0
5	0	3	50	210	368	469	539	474	300	216	119	63	0	0
6	0	0	50	201	287	437	471	407	317	217	103	40	0	0
7	0	3	66	221	328	476	575	609	506	391	175	62	0	0
8	0	0	88	227	343	456	497	440	374	217	130	43	0	0
9	0	4	66	199	332	471	473	439	421	301	156	50	0	0
10	0	0	53	173	298	378	370	371	346	244	154	57	0	0
11	0	11	92	223	364	455	527	443	376	295	160	62	0	0
12	0	6	72	211	387	471	600	513	373	316	145	57	0	0
13	0	0	75	165	320	356	412	481	336	229	109	44	0	0
14	0	3	76	200	316	428	543	577	517	338	180	79	0	0
15	0	7	73	179	221	389	407	511	346	164	60	24	0	0
16	0	4	88	218	406	532	485	465	373	248	136	28	0	0
17	0	7	77	188	281	417	590	425	353	273	161	43	0	0
18	0	2	25	74	182	207	264	249	206	186	138	44	0	0
19	0	9	94	177	314	441	477	482	457	289	166	73	0	0
20	0	7	117	280	406	509	574	591	441	370	257	100	0	0
21	0	10	84	179	298	385	381	453	419	306	172	101	0	0
22	0	6	101	212	312	428	448	474	457	369	245	134	0	0
23	0	14	87	205	299	403	421	356	384	291	139	59	0	0
24	0	12	101	233	409	450	518	506	423	274	157	64	0	0
25	0	12	80	218	362	488	507	485	324	254	150	56	0	0
26	0	16	62	189	300	437	523	465	466	380	261	79	0	0
27	0	20	138	287	435	540	558	599	534	437	257	125	0	0
28	0	27	90	177	383	468	519	512	478	439	220	66	0	0
29	0	2	80	215	306	370	394	389	388	377	366	249	0	0

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΜΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	28	146	296	578	681	708	701	609	454	252	73	0	0
2	0	48	148	306	414	586	621	492	483	362	118	38	0	0
3	10	49	191	321	447	555	651	600	507	397	240	64	1	0
4	4	58	159	263	278	454	560	521	415	319	195	65	5	0
5	0	34	98	218	388	463	514	479	361	283	179	65	6	0
6	0	42	172	351	495	597	783	781	644	471	345	116	13	0
7	0	38	143	275	467	596	665	679	631	432	249	96	9	0
8	0	59	150	278	499	598	614	737	697	546	281	119	10	0
9	0	51	175	404	564	679	733	710	555	457	266	93	11	0
10	0	43	133	291	426	611	663	608	436	340	242	81	17	0
11	0	36	182	350	551	550	575	570	544	390	240	105	13	0
12	0	35	109	200	363	447	507	489	412	329	195	67	7	0
13	0	36	157	351	499	581	603	567	524	405	259	100	14	0
14	0	35	148	300	350	476	456	457	397	341	209	92	11	0
15	0	29	107	206	339	298	351	407	553	339	186	83	15	0
16	0	20	68	177	211	373	390	395	419	327	207	51	4	0
17	0	38	157	263	363	393	448	524	377	367	221	104	26	0
18	2	50	182	385	535	600	607	608	520	424	223	70	24	0
19	0	69	197	371	493	602	572	562	542	362	239	101	11	0
20	0	69	228	363	380	440	470	478	394	266	236	114	0	0
21	0	45	132	275	440	509	540	569	461	278	231	79	2	0
22	1	70	188	382	570	680	645	836	644	498	332	116	24	0
23	4	77	250	418	615	680	717	691	511	382	241	107	17	0
24	1	78	263	448	546	700	838	729	700	607	326	131	23	0
25	2	81	246	417	563	552	653	638	492	391	246	105	32	0
26	8	62	202	316	429	522	586	598	539	330	228	98	28	0
27	15	94	267	383	412	454	465	447	403	297	225	136	25	0
28	10	94	244	379	473	604	660	723	486	325	227	119	28	0
29	4	59	212	342	425	553	598	608	521	322	214	82	29	0
30	18	77	213	373	495	609	644	623	513	337	292	133	21	0
31	7	73	222	413	441	545	586	572	523	366	231	98	14	0

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	27	113	288	402	548	649	809	830	730	591	413	168	46	0
2	32	132	286	423	822	710	865	825	716	580	370	106	24	0
3	24	97	278	389	510	475	645	637	574	398	234	130	29	0
4	19	121	320	478	565	608	700	698	641	412	250	149	31	0
5	15	75	199	341	438	530	692	728	570	456	418	176	48	0
6	18	114	306	506	700	759	752	772	609	497	285	137	33	0
7	7	61	296	427	585	668	650	572	397	331	224	117	31	0
8	8	74	241	415	583	809	892	848	694	549	361	169	38	0
9	29	126	341	486	479	502	555	548	453	372	259	134	29	0
10	18	91	177	302	447	516	623	607	387	352	288	130	24	0
11	16	80	204	409	563	619	654	606	592	430	349	136	28	0
12	31	159	298	503	656	749	750	636	551	429	211	134	50	0
13	34	147	338	500	610	713	750	729	661	577	479	196	82	0
14	31	175	387	561	679	800	815	826	738	666	464	233	59	0
15	30	132	290	471	677	762	918	868	770	638	409	227	69	0
16	38	163	351	509	617	760	808	563	490	422	229	108	45	0
17	24	111	260	421	584	558	725	654	525	467	303	155	42	0
18	46	199	396	553	724	771	852	696	634	545	327	77	19	0
19	44	113	198	389	645	534	633	508	421	371	158	104	69	0
20	42	173	345	500	762	692	721	672	623	473	333	189	63	0
21	55	189	404	599	694	834	785	769	606	460	308	146	47	0
22	47	186	355	480	645	788	808	760	721	496	372	214	53	0
23	45	160	309	486	711	816	927	933	735	566	378	204	77	0
24	34	138	276	397	547	621	741	684	605	417	202	92	35	0
25	28	133	222	341	570	774	709	678	614	511	321	231	60	1
26	45	166	330	604	762	913	740	697	681	444	478	237	41	0
27	53	180	337	503	695	771	900	830	601	506	268	221	55	0
28	57	193	356	476	621	637	665	543	643	429	241	174	43	1
29	32	106	217	281	404	405	408	441	379	314	285	142	61	0
30	43	165	311	455	578	658	744	670	641	439	335	194	56	0

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΜΑΪΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	49	162	284	433	553	600	635	673	585	354	306	166	65	1
2	57	229	360	572	736	892	973	859	697	581	413	224	56	1
3	67	215	406	590	739	799	619	691	616	481	346	174	63	3
4	63	209	389	475	719	729	812	597	831	501	306	205	57	2
5	77	240	466	567	745	903	839	733	662	486	351	243	56	0
6	51	171	322	520	688	800	765	811	601	438	261	175	52	0
7	77	247	461	661	817	927	979	911	770	654	455	234	69	0
8	89	267	462	649	813	921	843	771	674	536	406	238	77	5
9	65	243	404	509	628	767	780	779	649	530	421	257	81	6
10	77	255	477	664	807	843	790	735	701	518	412	228	92	15
11	61	155	304	496	658	755	793	797	699	535	464	244	88	12
12	67	216	406	583	727	925	885	846	757	544	413	229	80	15
13	74	225	456	484	626	725	685	581	508	454	449	224	84	11
14	76	245	401	545	581	766	862	760	820	588	310	236	108	15
15	93	211	367	485	689	712	732	557	474	489	378	226	73	10
16	72	191	366	533	708	758	706	680	660	519	289	246	101	17
17	105	269	443	612	706	831	969	928	818	680	511	324	117	8
18	94	266	448	622	758	862	868	829	734	613	488	278	86	17
19	97	211	359	517	664	857	976	872	698	573	431	256	99	19
20	98	267	421	608	754	871	863	760	716	479	354	199	68	11
21	102	268	424	557	742	867	861	913	729	600	452	270	95	15
22	94	291	445	637	763	853	912	833	679	549	487	320	117	17
23	111	265	408	561	667	836	865	863	761	707	533	296	110	20
24	122	299	498	691	858	965	1003	948	724	569	435	265	114	18
25	85	265	428	615	687	769	912	930	807	595	459	292	123	20
26	115	269	419	554	729	822	942	961	789	633	487	320	138	24
27	100	280	502	668	837	850	967	873	754	596	439	267	108	20
28	101	277	409	577	774	963	942	815	691	573	453	270	110	14
29	87	256	418	541	697	743	756	635	630	477	302	197	86	12
30	104	261	413	572	746	858	945	836	760	638	458	286	110	17
31	111	296	460	674	838	960	994	939	727	513	435	275	134	30





ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	23	106	273	462	640	800	909	845	852	708	586	447	352	162	30
2	0	22	108	271	452	626	782	907	936	877	813	590	447	301	144	40
3	0	17	107	275	455	634	781	895	951	927	813	631	474	363	162	34
4	0	16	108	273	451	626	776	886	936	913	820	666	510	312	136	38
5	0	23	107	273	452	631	777	891	945	918	816	673	517	327	145	36
6	0	16	106	263	397	594	782	894	876	787	714	640	508	343	155	32
7	0	19	105	275	461	629	789	906	961	933	842	696	535	355	169	39
8	0	17	95	250	427	605	769	870	947	887	710	587	412	298	156	39
9	0	20	104	270	425	594	779	845	910	905	849	701	540	345	162	42
10	0	20	105	251	451	665	827	944	998	970	875	693	562	358	175	48
11	0	23	105	270	457	636	789	904	966	944	848	683	523	350	160	40
12	0	16	100	269	441	631	782	892	951	927	833	694	531	353	159	39
13	0	15	82	210	433	622	744	887	897	796	712	678	512	345	149	39
14	0	20	100	264	444	623	776	891	948	921	826	677	517	329	144	36
15	0	17	93	259	455	636	791	910	968	937	802	695	502	336	154	40
16	0	11	89	251	390	566	694	868	888	785	689	612	454	316	134	41
17	0	14	97	233	424	639	794	911	972	937	785	658	509	325	147	37
18	0	10	91	252	437	579	750	886	906	896	791	670	466	305	139	31
19	0	9	83	255	445	621	758	870	946	892	736	511	412	280	120	34
20	0	14	84	242	429	575	786	897	895	868	827	659	520	347	149	41
21	0	7	77	248	440	618	781	895	937	873	781	674	511	321	138	42
22	0	10	86	254	423	615	786	899	865	844	749	651	506	332	129	41
23	0	8	81	252	450	629	775	895	942	906	808	657	490	312	137	41
24	0	9	83	254	441	611	768	868	907	890	796	611	479	304	126	37
25	0	7	70	222	391	585	706	790	796	820	724	574	438	305	123	29
26	0	12	71	246	426	595	756	865	902	860	753	626	476	306	126	36
27	0	7	69	239	402	585	747	862	914	889	798	603	428	273	124	31
28	0	4	71	231	407	584	734	845	901	874	773	590	430	285	115	31
29	0	6	60	226	409	592	734	832	847	825	774	617	487	283	104	27
30	0	9	68	221	379	575	686	811	890	862	762	654	463	268	105	12
31	0	6	66	223	402	580	711	853	865	795	781	595	415	307	122	21

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		4	56	191	357	542	690	782	914	835	777	623	473	261	102	20
2		8	67	236	419	601	751	862	885	896	777	635	486	298	121	21
3		4	68	228	418	603	758	871	933	889	773	636	430	261	98	14
4		5	67	227	412	595	748	863	918	870	789	641	478	294	106	16
5			67	222	403	588	740	849	890	877	781	639	471	287	103	16
6			64	225	409	595	740	852	906	878	786	635	470	293	105	15
7		4	66	218	408	581	739	846	899	877	784	635	468	286	102	14
8			60	211	391	566	716	833	884	806	750	597	465	287	103	12
9			56	196	369	547	675	798	841	821	763	568	425	243	92	17
10			52	200	380	540	700	824	878	854	762	623	459	259	75	7
11			50	201	374	545	704	794	807	762	751	623	402	232	65	6
12		16	57	208	391	566	721	822	892	854	760	623	432	230	91	10
13			54	206	393	574	725	834	883	854	754	603	443	248	67	7
14			57	206	382	531	709	829	872	799	674	535	349	218	73	3
15			45	173	326	477	617	793	720	725	649	531	361	191	82	14
16			48	179	348	532	701	811	884	839	685	557	373	219	64	2
17			47	193	384	553	701	800	835	832	727	569	407	235	74	7
18			48	193	366	545	694	802	851	776	651	558	381	228	69	2
19			46	193	374	554	705	813	848	824	740	592	418	217	59	0
20			52	198	362	561	692	748	745	706	676	561	436	253	68	0
21		17	50	198	390	568	722	827	871	832	740	602	435	237	64	0
22			50	201	393	566	705	780	834	776	665	577	406	230	62	0
23			49	185	315	439	623	692	728	789	725	545	370	182	53	0
24			46	186	364	521	665	808	857	797	714	579	402	191	45	0
25			40	153	313	514	683	810	830	786	675	521	375	208	52	0
26			39	163	348	514	647	769	814	762	659	478	330	172	53	0
27			44	166	349	511	659	771	823	793	695	562	389	176	49	0
28			38	164	353	500	656	751	822	758	678	490	341	165	38	0
29			34	149	372	485	619	717	779	775	659	479	360	167	42	0
30			37	177	364	542	710	811	859	811	696	526	350	198	46	0
31			41	137	295	437	547	667	768	738	636	490	372	135	40	0



ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1			1	74	223	392	472	545	598	633	518	368	203	63	3	0
2			1	93	274	451	590	702	736	685	520	398	201	63	0	0
3			6	94	265	451	556	606	584	582	494	331	183	45	0	0
4			0	93	235	361	592	711	725	557	490	379	225	67	0	0
5			3	74	233	425	593	687	716	663	469	382	233	67	0	0
6			0	91	257	424	573	657	707	615	503	360	199	51	0	0
7			0	66	242	394	549	668	595	632	449	305	161	50	0	0
8			0	85	261	410	577	672	717	636	551	380	203	49	0	0
9			0	65	250	431	566	670	692	638	523	377	189	45	0	0
10			0	87	265	434	582	663	683	632	518	365	183	43	0	0
11			7	90	233	429	564	567	641	543	367	343	131	30	0	0
12			0	64	196	328	431	551	529	456	359	202	99	19	0	0
13			4	81	188	374	486	675	660	635	516	322	175	35	0	0
14			0	58	159	300	462	494	514	567	481	297	161	37	0	0
15			0	86	216	423	565	666	688	632	513	351	163	35	0	0
16			0	74	234	368	472	501	523	463	372	236	106	20	0	0
17			0	73	244	412	555	619	544	610	483	305	144	33	0	0
18			0	57	180	324	410	481	477	474	340	193	84	17	0	0
19			0	46	163	325	442	510	547	491	406	299	143	31	0	0
20			0	68	215	403	536	638	649	592	476	319	138	17	0	0
21			0	68	192	354	499	602	602	577	467	313	122	12	0	0
22			0	31	124	229	312	405	390	360	295	183	69	5	0	0
23			0	43	220	366	529	552	594	533	428	283	113	23	0	0
24			0	25	127	285	434	534	541	451	334	183	93	22	0	0
25			0	24	119	220	405	473	489	475	392	242	100	21	0	0
26			0	40	164	338	500	574	551	510	379	272	105	14	0	0
27			0	40	121	288	399	423	375	539	409	290	114	21	0	0
28			0	36	166	324	424	464	585	543	424	295	124	10	0	0
29			0	43	174	381	430	503	498	448	356	239	90	13	0	0
30			0	36	161	296	432	556	496	451	362	224	96	14	0	0
31			0	26	144	243	366	472	511	436	411	216	101	14	0	0

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000														
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	26	142	285	399	511	536	460	378	274	88	8	0	0
2	0	32	146	252	381	507	523	563	415	237	96	15	0	0
3	0	16	141	263	353	421	402	357	349	204	79	2	0	0
4	0	7	127	256	346	411	448	415	342	206	77	8	0	0
5	0	10	129	260	363	414	469	454	365	223	66	0	0	0
6	0	16	106	252	295	364	381	385	305	197	68	1	0	0
7	0	8	100	230	409	496	491	435	350	202	63	5	0	0
8	0	20	87	143	326	371	344	390	325	194	70	5	0	0
9	0	7	106	249	368	425	474	414	339	229	69	2	0	0
10	0	9	114	298	424	537	540	511	393	232	82	0	0	0
11	0	15	79	164	289	344	424	437	327	180	48	0	0	0
12	0	16	93	189	265	381	447	348	275	144	47	0	0	0
13	0	12	56	174	323	394	380	293	195	125	41	1	0	0
14	0	6	63	145	223	319	308	269	212	165	64	4	0	0
15	0	10	68	147	149	271	303	249	231	110	38	1	0	0
16	0	11	89	193	235	308	287	287	302	130	48	0	0	0
17	0	8	49	148	211	257	187	188	122	55	26	0	0	0
18	0	9	64	140	239	300	313	280	216	94	34	0	0	0
19	0	11	57	168	235	236	358	278	236	104	24	0	0	0
20	0	1	20,3	65,8	172	258	249	230	216	111	21,5	5	0	0
21	0	2	42	130	174	181	215	213	177	122	41	0	0	0
22	0	2	41	131	169	230	220	226	137	85	25	4	0	0
23	0	5	45	177	266	337	331	283	193	108	25	0	0	0
24	0	1	42	101	163	254	362	344	227	162	46	0	0	0
25	0	2	29	110	177	227	295	204	136	82	39	0	0	0
26	0	2	35	134	208	257	269	259	188	73	30	0	0	0
27	0	3	56	179	212	226	286	228	159	99	15	0	0	0
28	0	3	56	163	240	362	309	242	243	132	34	0	0	0
29	0	0	51	131	210	277	282	252	215	125	52	0	0	0
30	0	0	43	143	167	230	142	102	74	46	12	3	0	0

**ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1995-2000**

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	37	154	225	213	277	219	112	53	9	0	0	0
2	0	0	34	135	168	225	241	184	144	87	29	0	0	0
3	0	0	36	150	248	307	258	265	209	138	52	0	0	0
4	0	0	29	136	182	240	261	261	193	107	28	0	0	0
5	0	1	42	150	277	301	355	268	254	66	39	0	0	0
6	0	1	35	133	190	199	222	215	170	89	29	0	0	0
7	0	0	50	171	219	365	483	353	322	165	42	0	0	0
8	0	0	29	161	272	360	395	364	321	196	48	0	0	0
9	0	0	35	145	244	331	455	402	310	186	59	0	0	0
10	0	0	42	82	229	291	322	325	236	127	54	0	0	0
11	0	0	5	59	116	167	189	183	137	138	43	0	0	0
12	0	0	30	146	241	294	314	254	211	134	38	0	0	0
13	0	0	22	112	180	261	245	207	176	95	26	0	0	0
14	0	0	16	54	71	130	160	281	247	97	43	0	0	0
15	0	0	17	101	152	245	264	213	167	95	28	0	0	0
16	0	0	20	175	327	419	386	333	286	176	51	0	0	0
17	0	0	23	137	282	326	368	326	295	173	39	0	0	0
18	0	0	9	109	235	265	296	201	85	59	33	0	0	0
19	0	0	24	93	186	298	365	302	209	140	43	0	0	0
20	0	0	13	83	219	277	309	260	254	143	56	2	0	0
21	0	0	15	78	174	240	269	259	224	134	29	1	0	0
22	0	0	11	101	156	172	144	232	166	82	26	0	0	0
23	0	0	22	49	87	136	199	156	102	45	12	0	0	0
24	0	0	6	97	176	218	253	212	117	44	29	1	0	0
25	0	0	25	107	201	248	302	222	185	104	38	0	0	0
26	0	1	18	80	160	204	215	135	116	57	20	0	0	0
27	0	0	18	70	185	188	213	196	169	91	26	0	0	0
28	0	0	10	124	232	286	320	286	218	127	45	0	0	0
29	0	0	6	51	99	152	169	141	107	68	21	0	0	0
30	0	0	23	80	112	191	254	194	154	90	27	0	0	0
31	0	0	14	74	218	311	292	272	247	123	45	0	0	0

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Πίνακας χαρακτηριστικών ημερών του έτους

17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ	17 ΙΟΥΛΙΟΥ
15 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ	16 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ
16 ΜΑΡΤΙΟΥ	16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ
15 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
15 ΜΑΙΟΥ	15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ
11 ΙΟΥΝΙΟΥ	11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI**  
**Πίνακες και Διαγράμματα μη μετατοπισμένα και μετατοπισμένα των Χαρακτηριστικών ημερών του έτους**  
**Πίνακας 4.1α: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ**

17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ																								2597,50
1	0	0	25	175	288	454	502	461	385	214	94	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
hReal	5,36	6,36	7,36	8,36	9,36	10,36	11,36	12,36	13,36	14,36	15,36	16,36	17,36	18,36	19,36	20								
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									
δ	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-89,63	-84,63	-69,63	-54,63	-39,634	-24,634	-9,634	5,366	20,366	35,366	50,366	65,366	80,366	95,366	110,366									
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
η	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
costh	0,00	0,13	0,37	0,56	0,76	0,89	0,96	0,97	0,91	0,80	0,63	0,43	0,19779	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
costz	0,00	0,00	0,04	0,20	0,35	0,45	0,50	0,51	0,47	0,38	0,25	0,08666	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rb	0,00	0,00	10,41	2,83	2,19	1,98	1,90	1,89	1,95	2,11	2,56	5,01063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R	0,85	0,85	4,32	0,90	0,99	1,20	1,50	1,60	1,85	1,73	1,81	4,27	0,87	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
IT	0,00	0,00	107,22	196,46	294,26	545,27	751,17	738,18	601,29	369,83	170,36	44,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

3776,21

uax	72,53
AHX	16,64
B	15,78
COSB	0,96
SINB	0,27
COSz(B)	0,93
SINz(B)	0,07
E	-5,48
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	17,48

TOX-AHX 0,64

EXT	-486,13	-214,91	49,69	269,63	488,56	633,92	712,88	722,99	662,55	635,69	351,05	121,22	-138,14	-409,36	-673,96
KT	0,00	0,00	0,50	0,09	0,36	0,47	0,64	0,69	0,70	0,68	0,61	0,78	-0,0748	0	0
Id1 0,35	1	1	FALSE	0,9786501	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,01863	1	1
Id1 0,75	FALSE	FALSE	0,64	FALSE	0,90	0,69	0,39	0,26	0,28	0,30	0,44	0,13021	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	0,64	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	FALSE	FALSE
Id1	1,00	1,00	0,64	0,98	0,90	0,69	0,39	0,28	0,28	0,30	0,44	0,18	1,01863	1	1



Πίνακας 4.1β: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ

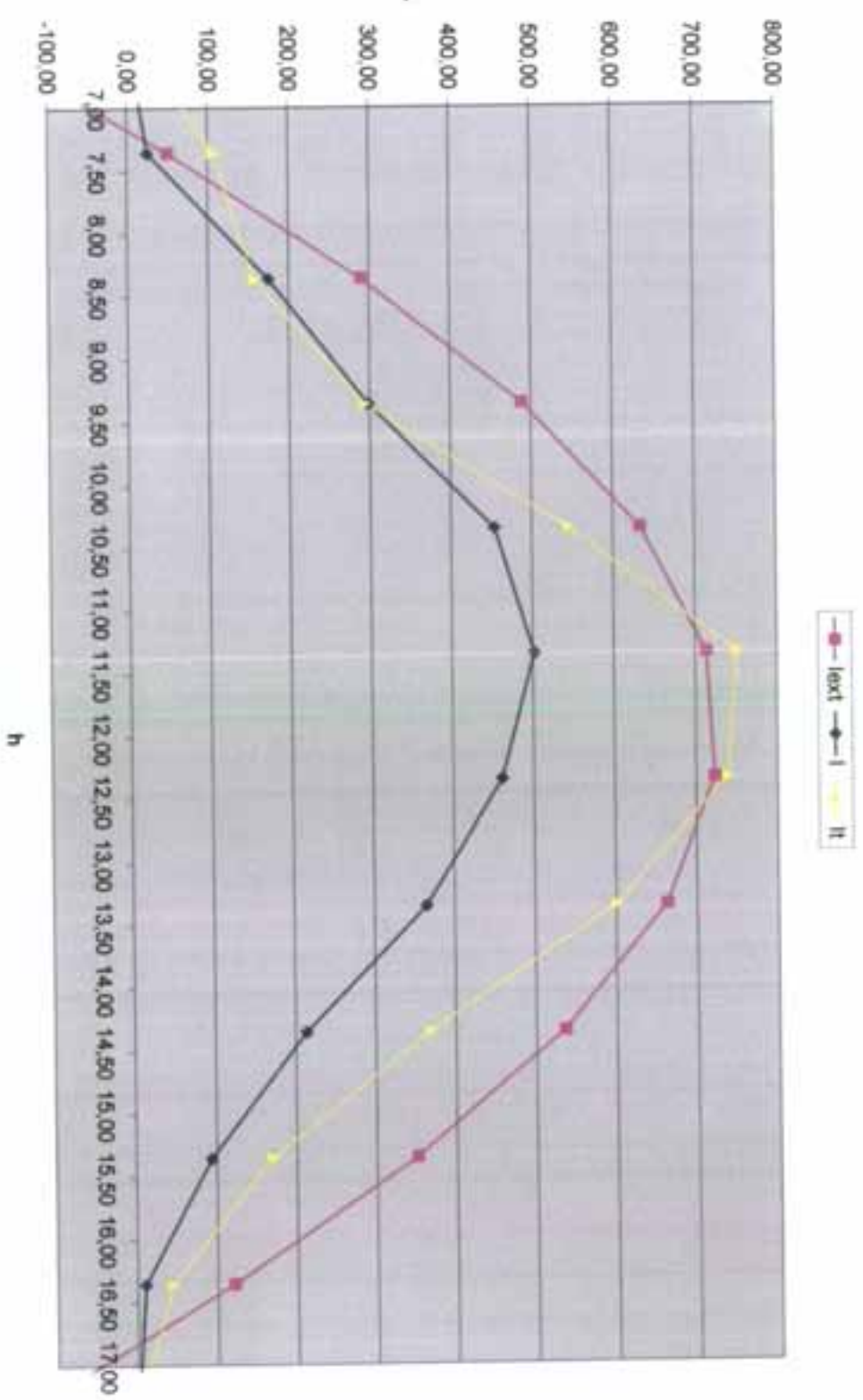
17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ																
I	0	0	25	175	298	454	502	461	365	214	94	10	0	0	0	0
hReal	5,71	6,71	7,71	8,71	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	17,71	18,71	19,71	20,71
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
θ	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917	-20,917
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
ω	-64,38	-79,38	-64,38	-49,38	-34,384	-19,384	-4,384	10,616	25,616	40,616	55,616	70,616	85,616	100,616	115,616	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
η	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
cosθ	0,00	0,21	0,44	0,65	0,81	0,92	0,97	0,95	0,88	0,75	0,57	0,35	0,1347	0	0	0
cosβz	0,00	0,00	0,10	0,26	0,39	0,47	0,51	0,50	0,44	0,34	0,19	0,02327	0	0	0	0
Rb	0,00	0,00	4,57	2,51	2,09	1,94	1,89	1,90	1,99	2,21	2,91	15,0698	0	0	0	0
R	0,85	0,85	1,02	0,88	0,95	1,14	1,47	1,63	1,76	1,97	2,55	12,55	0,86	0,85	0,85	0,85
IT	0,00	0,00	25,36	153,99	263,51	517,08	738,25	753,60	643,68	421,77	239,69	129,63	0,00	0,00	0,00	0,00
2597,50																
3906,55																

ωs	72,53
AHX	16,84
B	15,78
COSB	0,96
SINB	0,27
COSz(B)	0,93
SINz(B)	0,07
E	-5,45
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	17,48

TOX-AHX 0,64

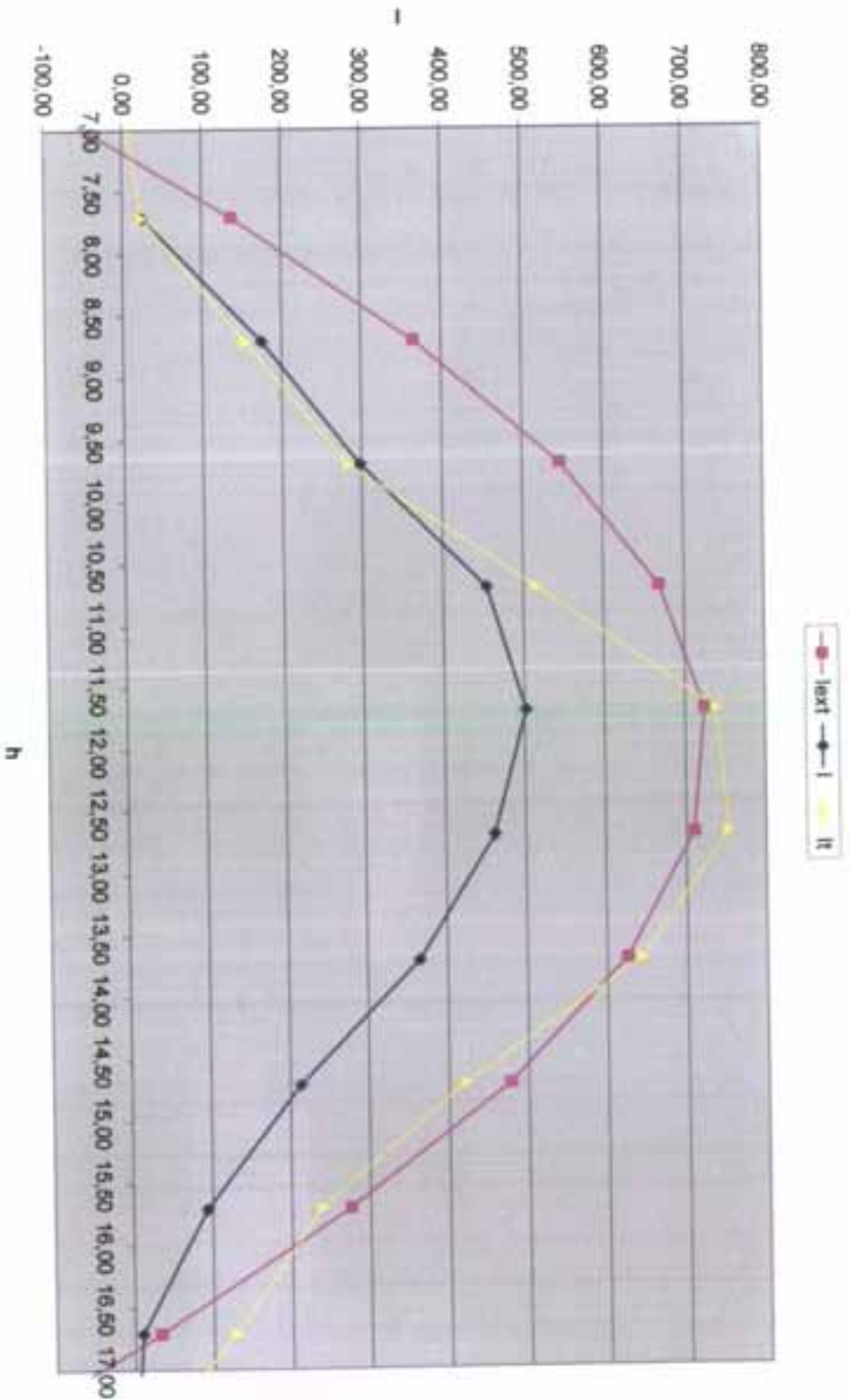
REXT	-391,61	-120,60	137,36	364,68	545,88	688,61	724,50	708,75	625,35	477,07	275,01	32,93	-232,66	-503,67	-761,63	
KT	0,00	0,00	0,18	0,07	0,32	0,45	0,63	0,71	0,74	0,77	0,78	2,85	-0,04441	0	0	0
Id1 0,35	1	1	0,95498	0,983044	0,92033	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,01106	1	1	1
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1	1,00	1,00	0,95	0,96	0,92	0,74	0,40	0,26	0,20	0,177	0,177	0,177	1,01106	1	1	1

17/1  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.1α: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ

17/1  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.1β: 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ

Πίνακας 4.2α: 15 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ

15 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ																			
I	0	0	7.00	72.60	179.00	220.60	389.4	407.40	510.80	346.00	164.00	60.40	24.2	0	0	0	0	0	0
hReal	5.26	6.26	7.26	8.26	9.26	10.26	11.26	12.26	13.26	14.26	15.26	16.26	17.26	18.26	19.26	20.26			
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
δ	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289	-13.289			
φ	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15			
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45			
ω	-101.06	-86.06	-71.06	-56.06	-41.06	-26.06	-11.06	3.94	18.94	33.94	48.94	63.94	78.94	93.94	108.94				
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
η	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46			
cosβ	0.00	0.09	0.34	0.57	0.76	0.90	0.96	0.99	0.94	0.83	0.66	0.45	0.213	0	0	0			
cosβz	0.00	0.00	0.11	0.29	0.44	0.55	0.61	0.62	0.58	0.49	0.36	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00			
Rβ	0.00	0.00	3.21	1.99	1.74	1.64	1.60	1.60	1.62	1.68	1.84	2.33	43.73503	0	0	0			
R	0.85	0.85	0.88	0.90	0.92	0.91	1.06	1.08	1.31	1.15	0.93	0.93	36.15	0.85	0.85	0.85			
IT	0.00	0.00	6.17	65.68	164.33	200.76	414.23	439.01	667.67	399.34	152.97	56.46	874.7091	0	0	0			

3441.34

ωs			79.31																	
AHX			17.29																	
B			44.36																	
COSB			0.71																	
SINB			0.70																	
COS2(B)			0.51																	
SIN2(B)			0.49																	
E			-11.17																	
Lst			30																	
Lloc			21.73																	
TOX			16.02																	

TOX-AHX 0.74

IEXT	-405.49	-125.96	149.34	400.48	610.74	765.80	855.09	872.52	816.91	692.04	506.42	272.71	6.83	-273.10	-548.00					
KT	0.00	0.00	0.05	0.18	0.29	0.29	0.46	0.47	0.63	0.50	0.32	0.22	3.542403	0	0	0				
Id1 0.35	1.000	1.000	0.989	0.9549	0.927022	0.9283	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0.92	0.94	FALSE	1	1	1				
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0.72	0.70	0.41	0.64	FALSE	FALSE	-4.96102	FALSE	FALSE	FALSE				
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0.177	FALSE	FALSE	FALSE				
Id1	1.00	1.00	0.99	0.95	0.93	0.93	0.72	0.70	0.41	0.64	0.92	0.94	0.177	1	1	1				

Πίνακας 4.2β: 15 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ

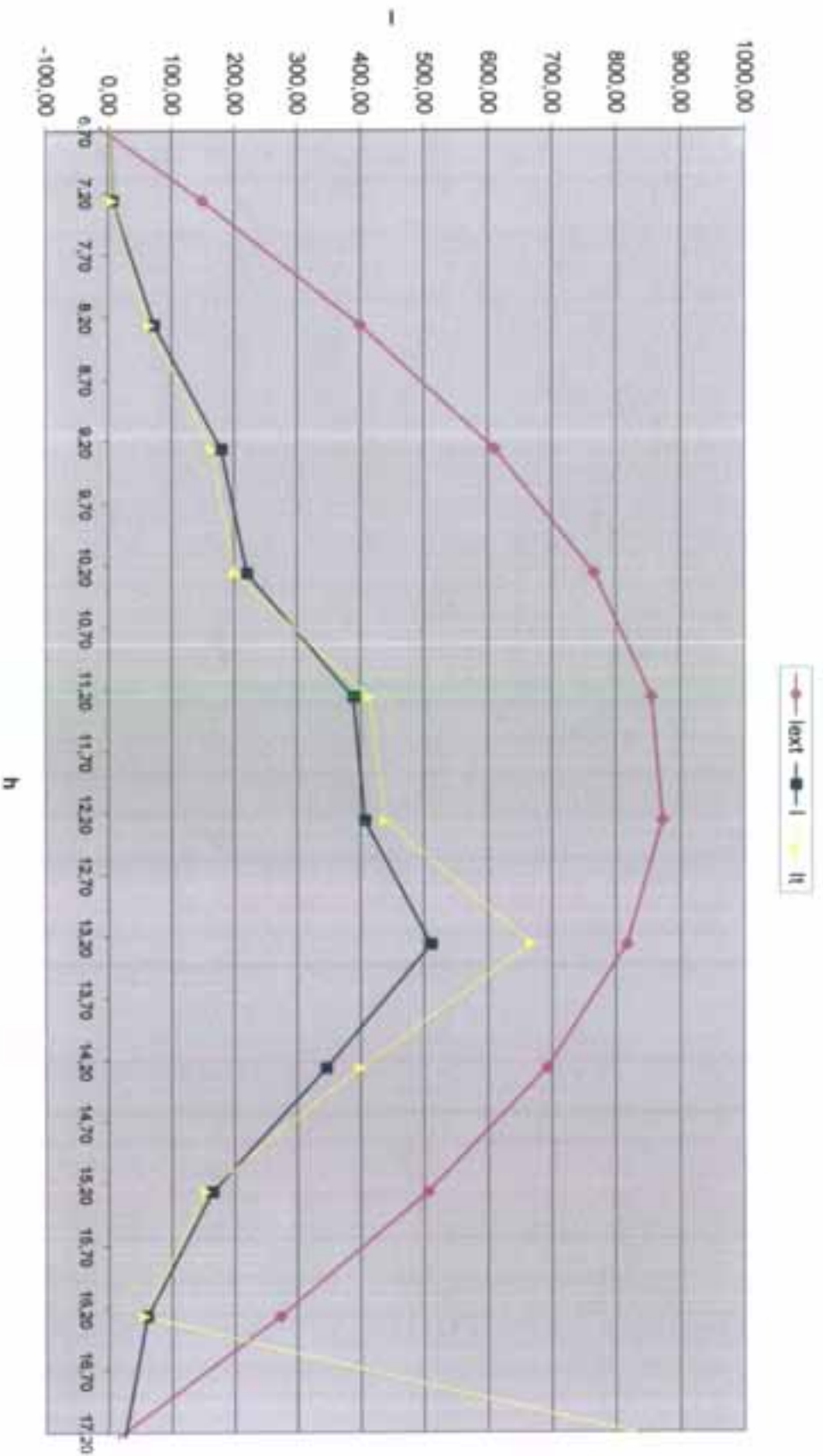
15 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ																				2381,40
I	0	0	7,00	72,60	179,00	220,60	389,4	407,40	510,80	346,00	164,00	60,40	24,2	0	0	0	0	0	0	
hReal	4,76	5,76	6,76	7,76	8,76	9,76	10,76	11,76	12,76	13,76	14,76	15,76	16,76	17,76	18,76	19	20			
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
5	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	-13,289	
9	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-108,56	-93,56	-78,56	-63,56	-48,56	-33,56	-18,56	-3,56	11,44	26,44	41,44	56,44	71,44	86,44	101,44					
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	
cosθ	0,00	0,00	0,22	0,46	0,67	0,83	0,94	0,99	0,97	0,89	0,75	0,56	0,335	0,0875	0					
cosβz	0,00	0,00	0,01	0,20	0,36	0,50	0,58	0,62	0,61	0,54	0,43	0,28	0,10	0,00	0,00					
Rb	0,00	0,00	22,43	2,30	1,83	1,68	1,62	1,59	1,60	1,64	1,74	2,00	3,29588	0	0					
R	0,85	0,85	9,10	0,96	0,94	0,92	1,10	1,08	1,28	1,07	0,91	0,90	0,96	0,85	0,85					
IT	0,00	0,00	63,73	68,78	168,00	202,67	426,78	438,86	644,05	371,18	149,79	54,19	23,15184	0	0					
																				2611,20

u8		79,31
AHX		17,29
B		44,38
COSB		0,71
SINB		0,70
COS2(B)		0,51
SIN2(B)		0,49
E		-11,17
Lst		30
Lloc		21,73
TOX		16,02

TOX-AHX 0,74

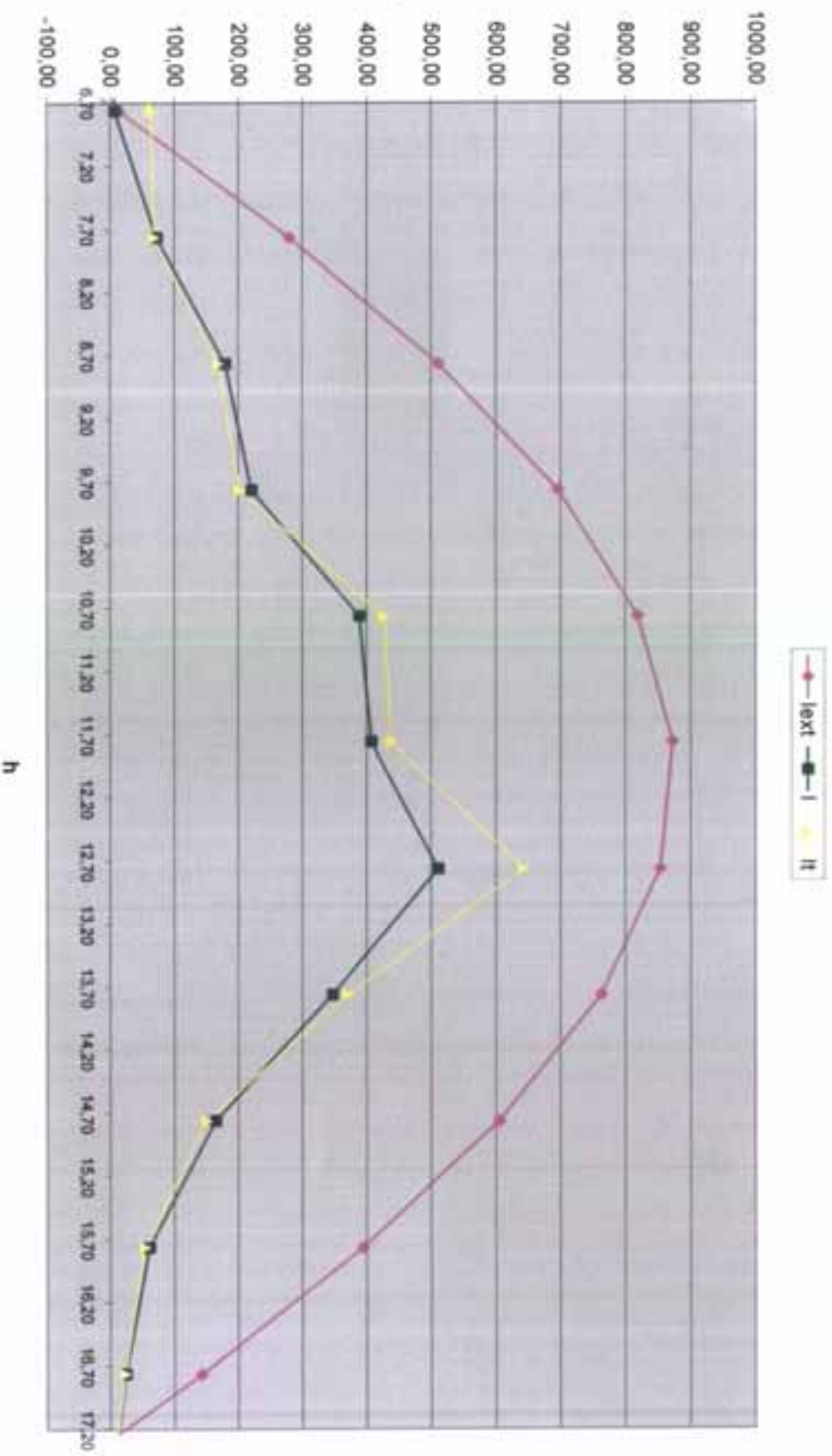
TEXT	-541,36	-266,10	13,71	279,00	511,69	696,93	819,16	872,98	853,72	762,70	606,12	394,65	142,70	-132,56	-412,37
KT	0,00	0,00	0,51	0,26	0,35	0,32	0,48	0,47	0,60	0,45	0,27	0,15	0,16959	0	0
IdI 0,35	1,000	1,000	FALSE	0,9352	0,912895	0,9211	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,93	0,96	0,957772	1	1
IdI 0,76	FALSE	FALSE	0,62	FALSE	FALSE	FALSE	0,68	0,70	0,46	0,72	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
IdI 0,76	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
IdI	1,00	1,00	0,62	0,94	0,91	0,92	0,68	0,70	0,46	0,72	0,93	0,96	0,957772	1	1

15.2  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.2α: 15 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ

15.2  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.2β: IS ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ

Πίνακας 4.3α: 16 ΜΑΡΤΙΟΥ

16 ΜΑΡΤΙΟΥ																2041,00
l	0	0	20	66	177	211	373	390	385	419	327	207	51	4	0	
nGoal	5,19	6,19	7,19	8,19	9,19	10,19	11,19	12,19	13,19	14,19	15,19	16,19	17,19	18,19	19,19	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
g	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	
q	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	36,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
w	-102,208	-87,208	-72,208	-57,208	-42,208	-27,208	-12,208	2,792	17,792	32,792	47,792	62,792	77,792	92,792	107,792	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
cost	0,00	0,06	0,31	0,54	0,74	0,89	0,97	1,00	0,96	0,84	0,67	0,46	0,215	0	0	
costz	0,00	0,01	0,21	0,40	0,56	0,67	0,74	0,76	0,72	0,63	0,50	0,33	0,14	0	0	
Rb	0,00	4,37	1,44	1,30	1,33	1,32	1,31	1,31	1,32	1,32	1,34	1,38	1,53	0	0	
R	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,90	0,91	0,93	1,00	1,00	0,99	0,90	0,86	0,85	
IT	0,00	0,00	17,27	59,44	155,55	185,46	337,70	365,22	368,40	420,07	328,09	206,48	46,17844	3,452391	0	
sum			86,10													
AMX			17,87													
B			72,99													
COSB			0,29													
SINB			0,96													
COS2(B)			0,09													
SIN2(B)			0,91													
E			-16,75													
Lst			30													
Lloc			21,73													
TOX			18,69													
TEXT	-206,10	16,92	296,32	553,07	789,67	931,36	1027,12	1050,43	999,69	878,37	694,72	461,28	193,94	-89,07	-368,47	
KT	0,00	0,00	0,07	0,12	0,23	0,23	0,36	0,37	0,40	0,48	0,47	0,45	0,265026	-0,04491	0	
ldf1 0,35	1,000	1,000	0,963	0,969	0,943	0,944	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,934008	1,011182	1	
ldf1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	
ldf1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	
ldf1	1,00	1,00	0,96	0,97	0,94	0,94	0,89	0,87	0,83	0,68	0,69	0,73	0,934008	1,011182	1	

sum	86,10
AMX	17,87
B	72,99
COSB	0,29
SINB	0,96
COS2(B)	0,09
SIN2(B)	0,91
E	-16,75
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	18,69

TOX-AMX 0,81

TEXT	-206,10	16,92	296,32	553,07	789,67	931,36	1027,12	1050,43	999,69	878,37	694,72	461,28	193,94	-89,07	-368,47
KT	0,00	0,00	0,07	0,12	0,23	0,23	0,36	0,37	0,40	0,48	0,47	0,45	0,265026	-0,04491	0
ldf1 0,35	1,000	1,000	0,963	0,969	0,943	0,944	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,934008	1,011182	1
ldf1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ldf1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ldf1	1,00	1,00	0,96	0,97	0,94	0,94	0,89	0,87	0,83	0,68	0,69	0,73	0,934008	1,011182	1

2402,32



Πίνακας 4.3β: 16 ΜΑΡΤΙΟΥ

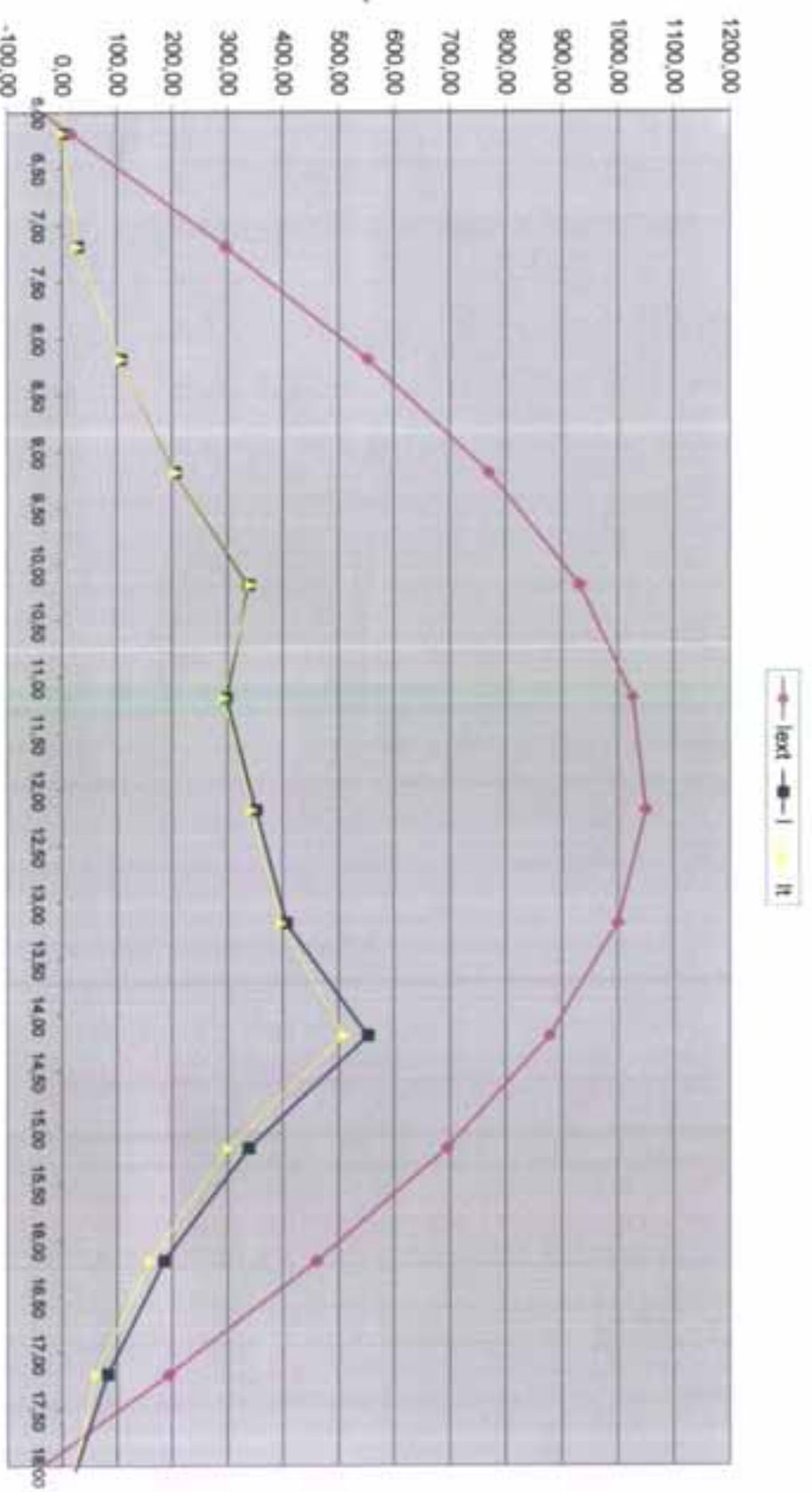
16 ΜΑΡΤΙΟΥ																2641,80
1	0	0	20	68	177	211	373	390	395	419	327	207	51	4	0	
hReal	4,69	5,69	6,69	7,69	8,69	9,69	10,69	11,69	12,69	13,69	14,69	15,69	16,69	17,69	18,69	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
δ	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	-2,418	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-109,706	-94,708	-79,708	-64,708	-49,708	-34,708	-19,708	-4,708	10,292	25,292	40,292	55,292	70,292	85,292	100,292	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
cost	0,00	0,00	0,18	0,43	0,65	0,82	0,94	0,99	0,98	0,90	0,76	0,57	0,340	0,086444	0	
costβz	0,00	0,00	0,11	0,31	0,48	0,62	0,71	0,76	0,75	0,68	0,57	0,42	0,24	0,038424	0	
Rb	0,00	0,00	1,59	1,39	1,34	1,32	1,32	1,31	1,31	1,32	1,33	1,35	1,42	2,249721	0	
R	0,85	0,85	0,85	0,87	0,89	0,88	0,92	0,91	0,92	0,97	0,95	0,90	0,85	0,88	0,85	
IT	0,00	0,00	17,54	59,53	156,41	185,99	342,35	355,51	363,87	407,06	310,36	186,35	45,00192	3,518771	0	
																2433,79

ωB	66,10
AMX	17,87
B	72,99
COSB	0,29
SINB	0,96
COS2(B)	0,09
SIN2(B)	0,91
E	-15,75
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	16,69

TOX-AMX 0,81

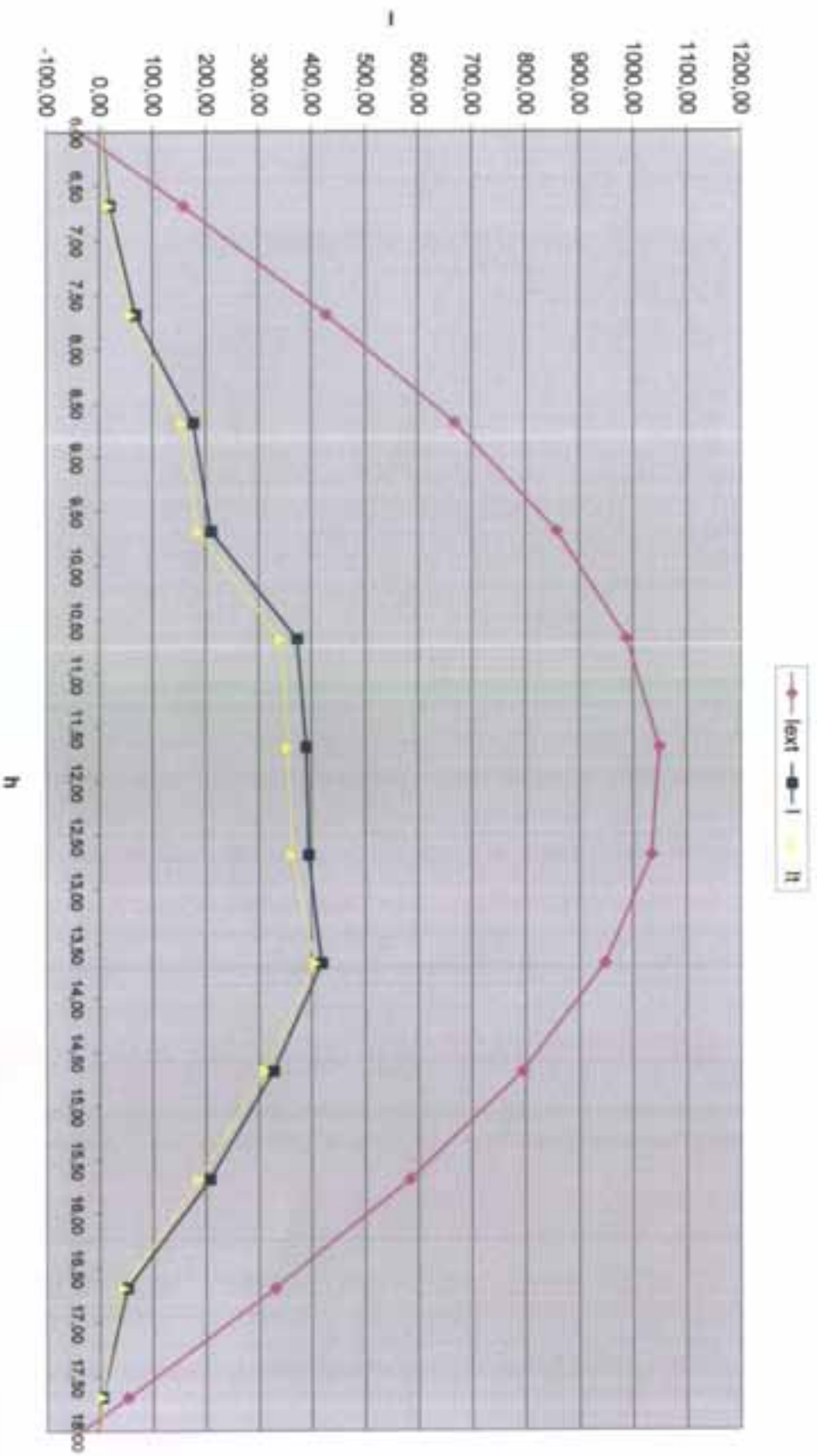
TEXT	-402,91	-125,35	156,28	428,67	667,39	856,17	988,00	1048,05	1034,21	947,44	793,64	583,30	300,75	53,20	-230,44
KT	0,00	0,00	0,13	0,16	0,28	0,25	0,38	0,37	0,38	0,44	0,41	0,35	0,155405	0,07519	0
IdI 0,35	1,000	1,000	0,969	0,960	0,934	0,939	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,961304	0,981278	1
IdI 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,904059	FALSE	FALSE
IdI 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
IdI	1,00	1,00	0,97	0,96	0,93	0,94	0,96	0,97	0,95	0,74	0,90	0,90	0,961304	0,981278	1

16.3  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.3α: 16 ΜΑΡΤΙΟΥ

16.3  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.3β: 16 ΜΑΡΤΙΟΥ

Πίνακας 4.4α: 15 ΑΠΡΑΙΜΙΟΥ

15 ΑΠΡΑΙΜΙΟΥ																			
I	0	0	132	290	471	677	762	918	868	770	638	409	227	69	0	8231,40			
hReal	5,18	6,18	7,18	8,18	9,18	10,18	11,18	12,18	13,18	14,18	15,18	16,18	17,18	18,18	19,18				
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
δ	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415				
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15				
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45				
ω	-102,34	-87,34	-72,34	-57,34	-42,34	-27,34	-12,34	2,69	17,66	32,66	47,66	62,66	77,66	92,66	107,66				
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
n	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105				
cosβ	0,00	0,03	0,28	0,51	0,70	0,85	0,94	0,96	0,91	0,81	0,64	0,43	0,19	0,00	0,00				
cosβz	0,00	0,14	0,34	0,52	0,67	0,79	0,89	0,88	0,84	0,75	0,62	0,46	0,27	0,07	0,00				
Rd	0,00	0,19	0,83	0,98	1,04	1,08	1,09	1,09	1,09	1,07	1,03	0,94	0,71	0,00	0,00				
R	0,85	0,85	0,85	0,88	0,93	0,99	1,01	1,05	1,05	1,03	1,00	0,91	0,77	0,15	0,85				
IT	0,00	0,00	112,74	254,54	436,81	668,52	766,72	965,92	907,80	792,54	635,87	371,99	174,64	10,48	0,00				
																6098,58			

ubs	97,48
AHX	18,50
B	102,58
COSB	-0,22
SINB	0,98
COS2(B)	0,05
SIN2(B)	0,95
E	-16,29
Lat	30
Lloc	21,73
TOX	19,32

TOX-AHX 0,82

IEXT	-88,21	166,52	457,92	707,48	918,20	1075,73	1169,32	1192,60	1143,96	1026,77	848,97	622,66	363,34	86,61	-182,79
KT	0,00	0,00	0,29	0,41	0,51	0,63	0,65	0,77	0,76	0,75	0,75	0,66	0,62	0,76	0,00
Id1 0,35	1,00	1,00	0,93	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,00
Id1 0,76	FALSE	FALSE	FALSE	0,80	0,61	0,40	0,36	0,14	0,16	0,18	0,17	0,35	0,41	0,12	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,18	0,18	FALSE	0,18	FALSE	FALSE	0,18	FALSE
Id1	1,00	1,00	0,93	0,80	0,61	0,40	0,36	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,41	0,18	1,00

Πίνακας 4.48: 15 ΑΝΠΛΙΟΙΟΥ

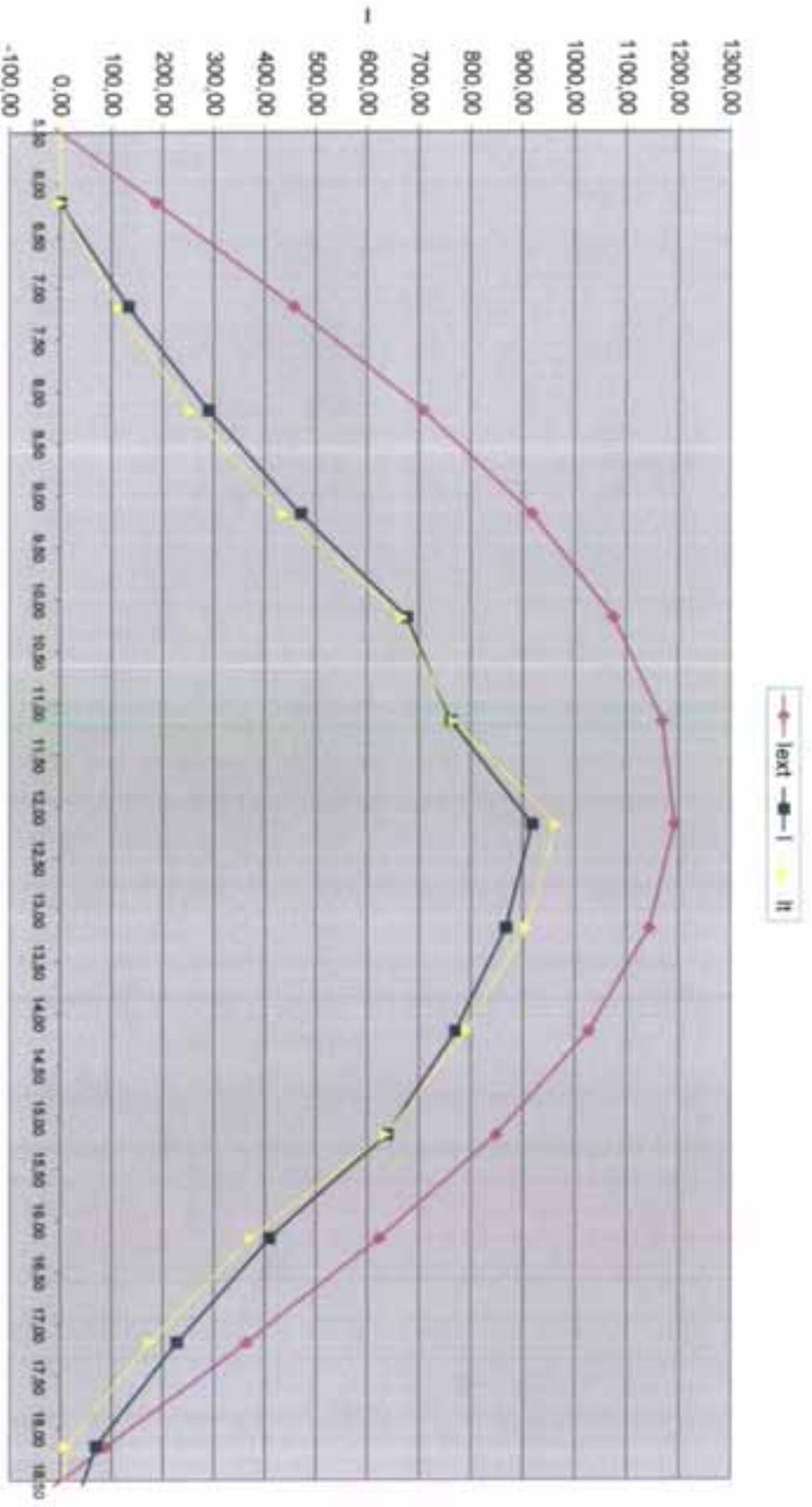
15 ΑΝΠΛΙΟΙΟΥ															6231,40	
l	0	0	132	280	471	677	762	916	868	770	638	409	227	69	0	6163,74
hReal	4,78	5,78	6,78	7,78	8,78	9,78	10,78	11,78	12,78	13,78	14,78	15,78	16,78	17,78	18,78	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	9,415	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-108,34	-93,34	-78,34	-63,34	-48,34	-33,34	-18,34	-3,34	11,66	26,66	41,66	56,66	71,66	86,66	101,66	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
cosθ	0,00	0,00	0,18	0,42	0,63	0,80	0,91	0,96	0,94	0,86	0,71	0,52	0,29	0,04	0,00	
cosβz	0,00	0,06	0,26	0,45	0,62	0,75	0,84	0,88	0,86	0,79	0,68	0,53	0,35	0,15	0,00	
Rb	0,00	0,00	0,69	0,94	1,02	1,07	1,09	1,09	1,08	1,05	1,05	0,98	0,84	0,26	0,00	
R	0,85	0,85	0,83	0,88	0,93	0,99	1,01	1,05	1,05	1,02	0,99	0,92	0,85	0,80	0,85	
IT	0,00	0,00	110,08	254,80	440,18	673,51	770,04	965,85	907,16	786,77	632,42	374,82	192,47	55,64	0,00	

u8	97,48
AHX	18,50
B	102,58
COSB	-0,22
SINB	0,98
COS2(B)	0,05
SIN2(B)	0,95
E	-16,29
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	19,32

TOX-AHX 0,82

lEXT	-194,82	75,97	350,96	611,41	839,57	1019,88	1140,07	1191,93	1171,95	1081,47	926,67	718,09	469,95	199,16	-75,63	
KT	0,00	0,00	0,38	0,47	0,56	0,66	0,67	0,77	0,74	0,71	0,69	0,57	0,48	0,35	0,00	
ld1 0,35	1,00	1,00	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,00	
ld1 0,75	FALSE	FALSE	0,89	0,89	0,52	0,34	0,33	0,14	0,19	0,25	0,29	0,51	0,67	FALSE	FALSE	
ld1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,18	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	
ld1	1,00	1,00	0,86	0,68	0,52	0,34	0,33	0,18	0,19	0,25	0,29	0,51	0,67	0,91	1,00	

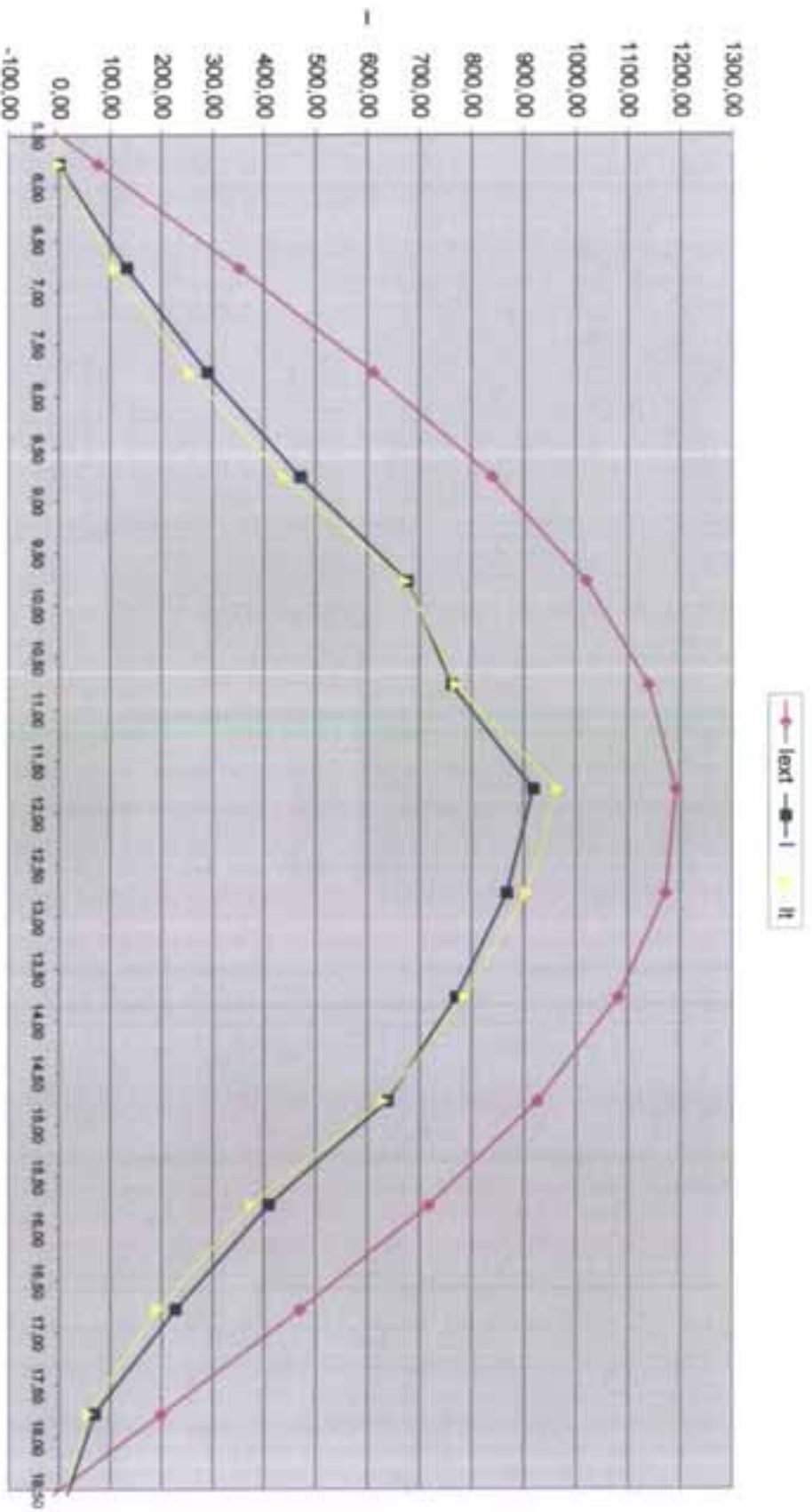
15.4  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.4α: 15 ΑΠΡΙΑΙΟΥ

h

15.4  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.4β: 15 ΑΠΡΙΑΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5α: 15 ΜΑΙΟΥ

15 ΜΑΙΟΥ																	5772.00
I	0	72.2	191	366	533	708	758	706	690	660	519	289	246	101	17		
hReal	5.25	6.25	7.25	8.25	9.25	10.25	11.25	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	18.25	19.25		
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
δ	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031	19.031		
φ	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15		
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45		
ω	-101.30	-86.30	-71.30	-56.30	-41.297	-26.2975	-11.297	3.7025	18.703	33.703	48.7025	63.703	78.703	93.703	108.703		
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
n	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136		
cosβ	0.00	0.02	0.26	0.48	0.67	0.80	0.88	0.90	0.85	0.74	0.58	0.38	0.145	0	0		
cosβz	0.06	0.25	0.44	0.61	0.76	0.87	0.93	0.94	0.91	0.82	0.69	0.5308	0.3471	0.1534	0		
Rb	0.00	0.09	0.60	0.78	0.88	0.92	0.95	0.95	0.94	0.90	0.84	0.7102	0.4177	0	0		
R	0.85	0.81	0.83	0.84	0.86	0.89	0.91	0.90	0.89	0.88	0.85	0.83	0.67	0.56	0.93		
IT	0.00	56.65	159.06	305.53	459.78	632.67	696.73	635.61	607.48	561.74	439.07	239.50	185.33	56.407	16.1507		4994.05

u/s		105.72															
AHX		19.05															
B		133.15															
COSB		-0.68															
SINB		0.73															
COS2(B)		0.47															
SIN2(B)		0.53															
E		-12.11															
Lst		30															
Lloc		21.73															
TOX		19.80															

TOX-AHX 0.75

TEXT	74.78	334.35	589.54	822.95	1018.68	1163.39	1247.22	1264.45	1213.91	1099.04	927.68	711.49	465.22	205.65	-49.54		
KT	0.00	0.22	0.32	0.44	0.52	0.61	0.61	0.56	0.56	0.60	0.56	0.41	0.5283	0.4892	-0.3512		
Id1 0.35	1	0.9462	0.9193	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1.08746		
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	0.74	0.59	0.44	0.44	0.53	0.53	0.45	0.53	0.8106	0.5848	0.6569	FALSE		
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE		
Id1	1.00	0.95	0.92	0.74	0.59	0.44	0.44	0.53	0.53	0.45	0.53	0.81	0.5848	0.6569	1.08746		



ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5β: 15 ΜΑΙΟΥ

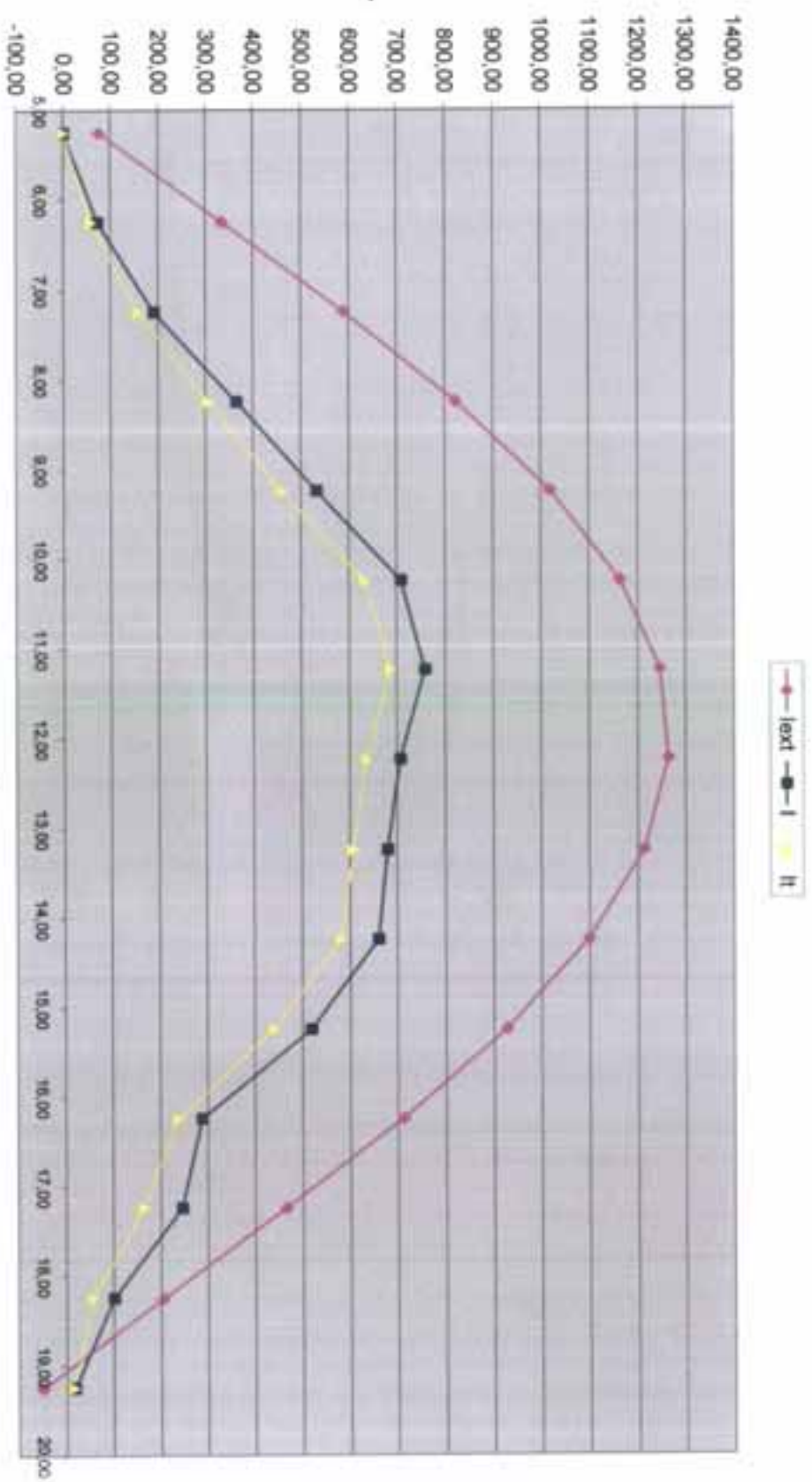
15 ΜΑΙΟΥ																	5772,00
I	0	72.2	191	366	533	708	758	706	680	660	660	519	289	246	101	17	
hReal	5.05	6.05	7.05	8.05	9.05	10.05	11.05	12.05	13.05	14.05	15.05	16.05	17.05	18.05	19.05		
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
θ	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031	19,031		
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15		
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45		
ω	-104,30	-89,30	-74,30	-59,30	-44,297	-29,2975	-14,297	0,7025	15,703	30,703	45,7025	60,703	75,703	90,703	105,7		
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
n	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136		
cosθ	0,00	0,00	0,22	0,44	0,63	0,78	0,87	0,90	0,86	0,77	0,62	0,42	0,1929	0	0		
cosβz	0,02	0,21	0,40	0,58	0,73	0,85	0,92	0,94	0,92	0,84	0,72	0,5652	0,385	0,1923	0,0002		
Rb	0,00	0,00	0,53	0,76	0,86	0,92	0,94	0,95	0,94	0,91	0,86	0,7438	0,501	0	0		
R	0,85	0,80	0,82	0,82	0,86	0,89	0,91	0,90	0,89	0,86	0,85	0,84	0,74	0,72	0,15		
IT	0,00	57,70	157,29	301,33	456,95	630,88	686,20	635,66	608,00	563,85	443,13	241,78	182,13	72,036	2,6288		
															5001,85		

ω/s		105,72
AHX		19,05
B		133,15
COSB		-0,68
SINB		0,73
COS2(B)		0,47
SIN2(B)		0,53
E		-12,11
Lst		30
Lloc		21,73
TDX		19,80

TDX-AHX 0,75

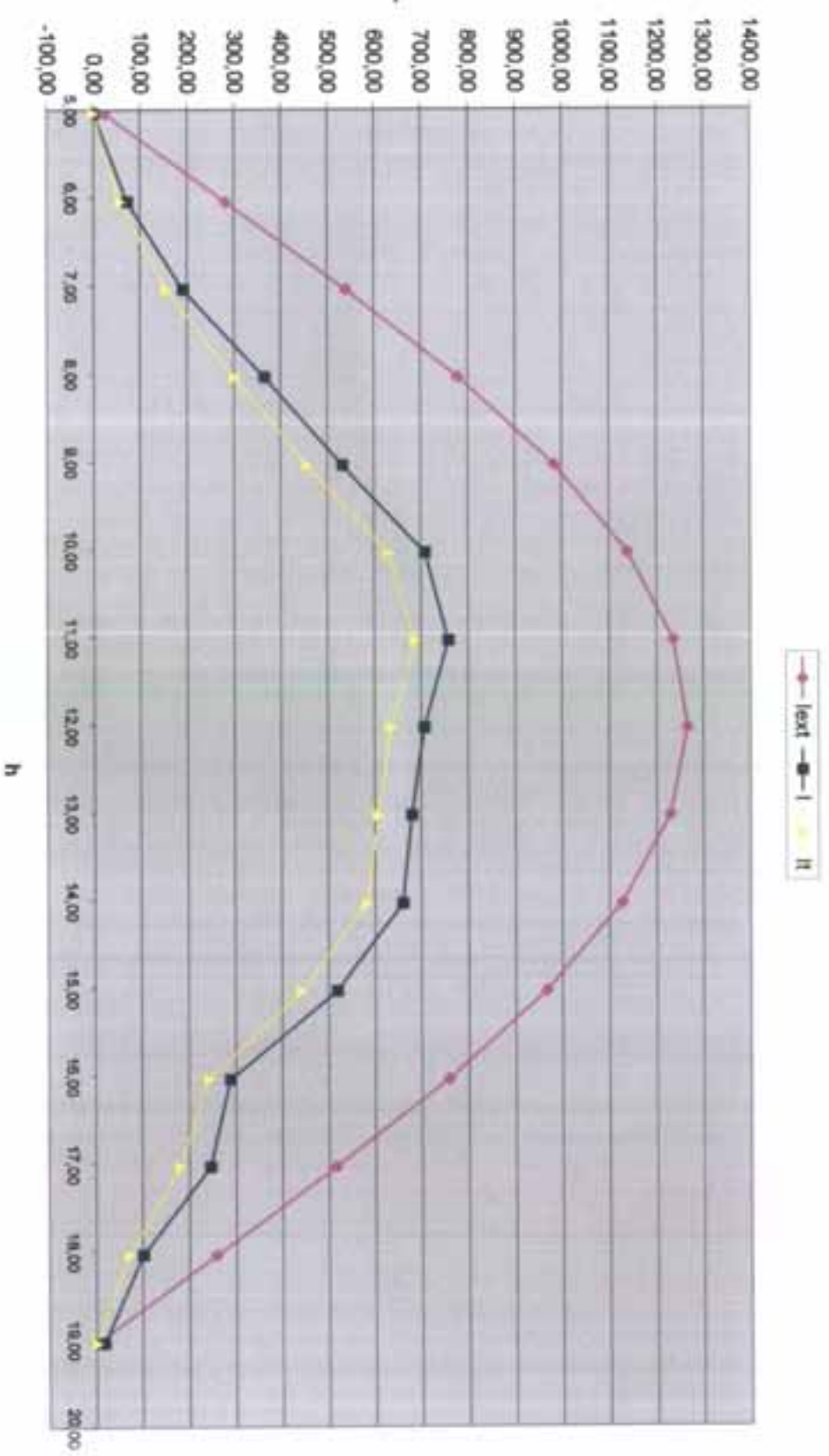
IEXT	23,90	282,22	539,70	778,81	983,24	1139,06	1235,66	1266,45	1229,34	1126,84	965,96	757,65	516,10	257,78	0,30
KT	0,00	0,26	0,35	0,47	0,54	0,62	0,61	0,56	0,55	0,59	0,54	0,38	0,4763	0,3903	58,304
Id1 0,35	1	0,9363	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	0,91	0,69	0,56	0,41	0,43	0,53	0,54	0,48	0,57	0,8561	0,6807	0,8389	-105,72
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177
Id1	1,00	0,94	0,91	0,69	0,56	0,41	0,43	0,53	0,54	0,48	0,57	0,86	0,6807	0,8389	0,177

15.5  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.5α: 15 ΜΑΙΟΥ

15.6  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.5β: 15 ΜΑΙΟΥ

Πίνακας 4.6α: 11 ΙΟΥΝΙΟΥ

		11 ΙΟΥΝΙΟΥ																				7639.60	
I	32	132	316	491	660	815	928	975	941	798	687	519	334	151	28								
hReal	5,33	6,33	7,33	8,33	9,33	10,33	11,33	12,33	13,33	14,33	15,33	16,33	17,33	18,33	19,33								
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
δ	23,314	23,314	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086								
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15								
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45								
ω	-69,86	-84,86	-70,04	-55,04	-40,04	-25,04	-10,04	4,9605	19,9605	34,96	49,9605	64,9605	79,9605	94,9605	109,9605								
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
n	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162								
cosβ	0,27	0,48	0,27	0,48	0,65	0,78	0,85	0,86	0,81	0,70	0,54	0,34	0,112455	0	0								
cosβz	0,12	0,31	0,49	0,66	0,80	0,90	0,95	0,96	0,92	0,84	0,71	0,548398	0,388327	0,179662	0								
Rb	2,25	1,56	0,54	0,73	0,82	0,87	0,89	0,90	0,88	0,84	0,76	0,619627	0,305312	0	0								
R	1,03	1,02	0,75	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,88	0,84	0,78	0,68	0,47	0,34	1,79								
IT	33,06	134,25	236,52	388,84	550,29	704,54	819,22	866,41	823,84	672,74	538,01	351,75	157,234	51,02047	48,79431								
																							6210,22

ωs	109,56
AHX	19,30
B	158,79
COSB	-0,83
SINB	0,36
COS2(B)	0,87
SIN2(B)	0,13
E	-7,06
Lat	30
Lioc	21,73
TOX	19,97

TOX-AHX 0.67

IEXT	160,66	411,10	650,36	873,15	1056,36	1193,43	1269,10	1280,22	1226,05	1110,27	940,77	729,10	489,70	238,95	-6,30
KT	0,20	0,32	0,49	0,56	0,62	0,68	0,73	0,76	0,77	0,72	0,73	0,71	0,662484	0,630485	-4,41155
IdI 0,35	0,9504	0,92005	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	2,098477
IdI 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	0,52	0,41	0,30	0,21	0,16	0,14	0,24	0,21	0,246217	0,301267	0,396907	FALSE
IdI 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	0,177	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
IdI	0,95	0,92	0,66	0,52	0,41	0,30	0,21	0,18	0,16	0,24	0,21	0,25	0,301267	0,396907	2,098477

Πίνακας 4.6β: 11 ΙΟΥΝΙΟΥ

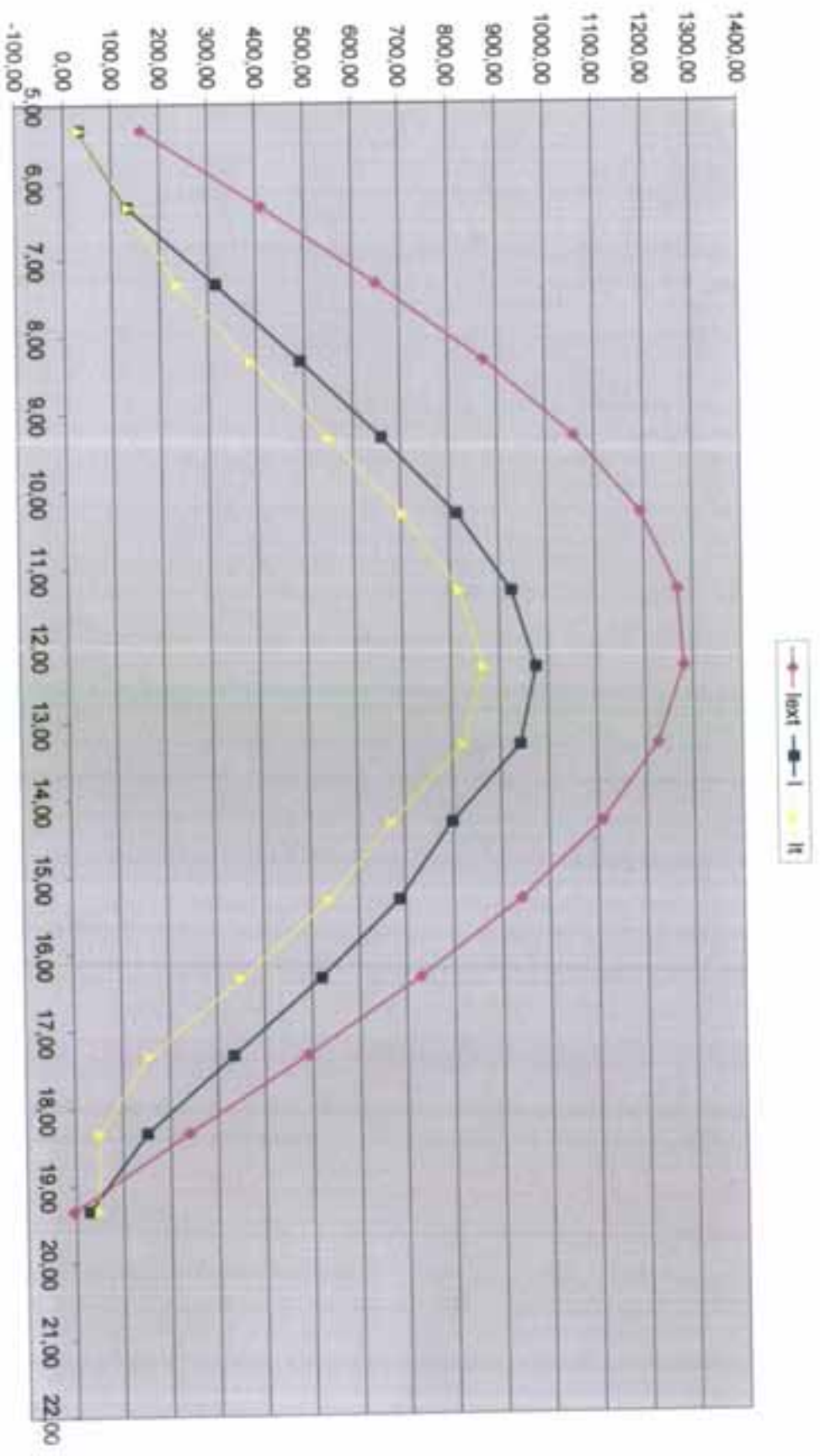
11 ΙΟΥΝΙΟΥ																										7639,60				
I	32	132	316	481	660	815	926	975	941	926	975	941	798	687	519	334	151	28												
hReal	4,93	5,93	6,93	7,93	8,93	9,93	10,93	11,93	12,93	13,93	14,93	15,93	16,93	17,93	18,93	19,93	20,93													
h	8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20															
δ	23,314	23,314	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086	23,086												
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15												
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45												
ω	-99,86	-84,86	-76,04	-61,04	-46,04	-31,04	-16,04	-1,0396	13,9605	28,96	43,9605	58,9605	73,9605	88,9605	103,9605															
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
η	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162												
cosβ	0,27	0,48	0,17	0,40	0,59	0,74	0,83	0,87	0,84	0,75	0,61	0,42	0,205592	0	0	0	0	0												
cosθz	0,12	0,31	0,42	0,59	0,74	0,86	0,94	0,97	0,94	0,88	0,76	0,615232	0,442097	0,25534	0,067689															
Rb	2,25	1,96	1,42	0,67	0,79	0,85	0,89	0,90	0,89	0,86	0,80	0,689409	0,465036	0	0															
R	1,03	1,02	0,64	0,74	0,81	0,85	0,86	0,89	0,88	0,86	0,82	0,75	0,66	0,63	0,79															
IT	33,06	134,25	201,72	364,99	534,90	695,30	815,07	867,20	830,74	684,24	561,08	391,23	221,7391	95,21783	21,90358															
																										6285,34				

u/s		109,56
AHX		19,30
B		158,79
COSB		-0,93
SINB		0,36
COS2(B)		0,87
SIN2(B)		0,13
E		-7,08
Lst		30
Lloc		21,73
TOX		19,97

TOX-AHX 0,67

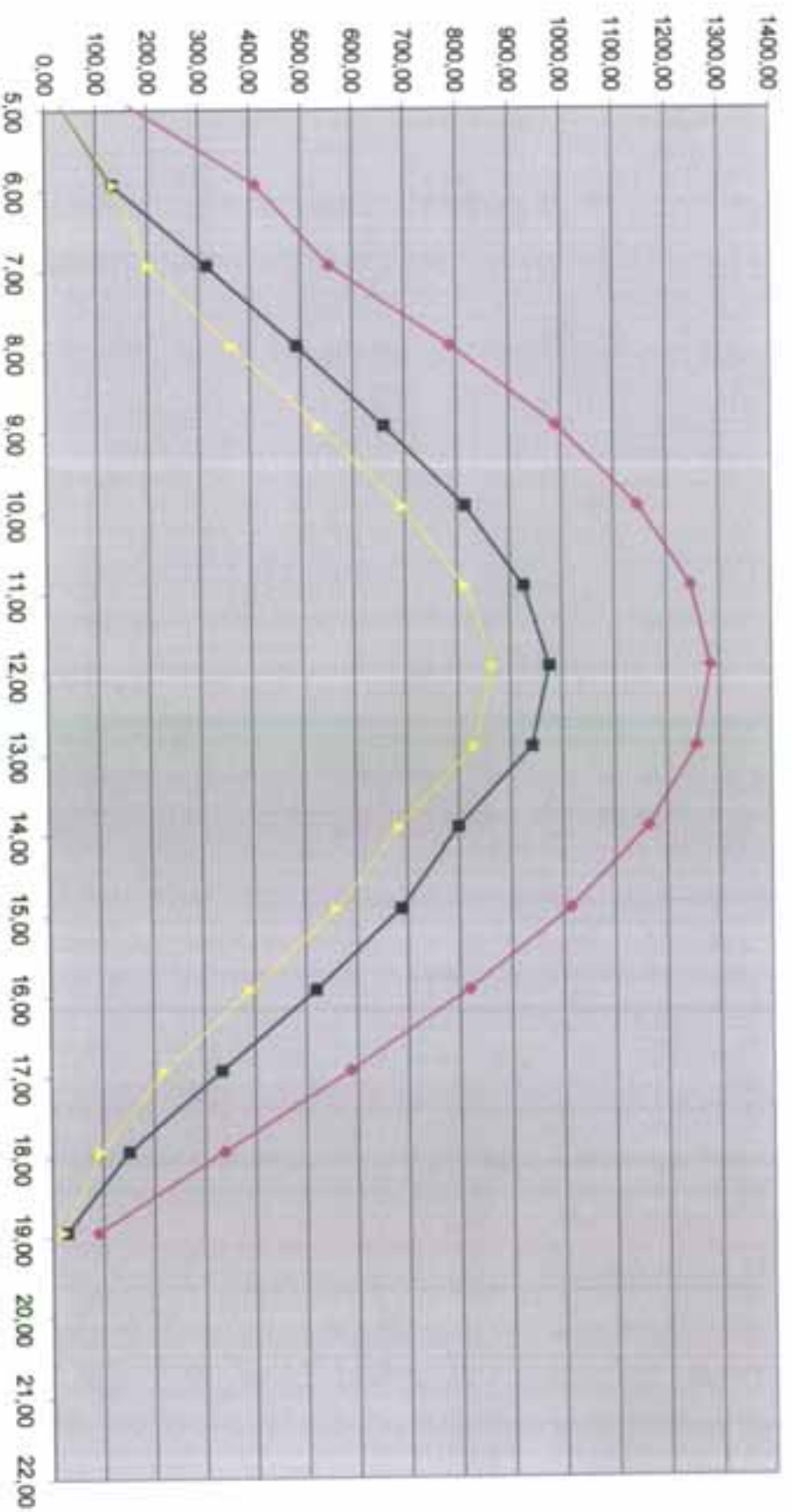
IEXT	160,66	411,10	554,07	787,74	989,67	1146,11	1248,38	1283,67	1265,42	1163,56	1014,35	817,96	587,77	339,48	89,99
KT	0,20	0,32	0,57	0,62	0,67	0,71	0,74	0,76	0,75	0,68	0,66	0,63	0,568696	0,443623	0,308913
Id/I 0,36	0,9504	0,92005	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id/I 0,76	FALSE	FALSE	0,51	0,41	0,33	0,25	0,19	0,16	0,18	0,30	0,31	0,38961	0,510801	0,740735	FALSE
Id/I 0,76	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id/I	0,95	0,92	0,51	0,41	0,33	0,25	0,19	0,18	0,18	0,30	0,31	0,39	0,510801	0,740735	0,923061

11.6  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχῆμα 4.6α: 11 ΙΟΥΝΙΟΥ

11.6  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.6β: 11 ΙΟΥΝΙΟΥ

Πίνακας 4.7α: 17 ΙΟΥΝΙΟΥ

17 ΙΟΥΝΙΟΥ																							
I	10,633	88,5	251	390	566	694	858	888	785	689	612	454	316	134	41	6687,17							
hReal	5,41	6,41	7,41	8,41	9,41	10,41	11,41	12,41	13,41	14,41	15,41	16,41	17,41	18,41	19,41								
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
0	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354								
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15								
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45								
ω	-98,84	-83,84	-68,84	-53,84	-38,84	-23,84	-8,84	6,16	21,16	36,16	51,16	66,16	81,16	96,16	111,16								
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
η	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197								
cosθ	0,00	0,06	0,29	0,50	0,68	0,80	0,87	0,88	0,82	0,70	0,54	0,33	0,0987	0	0								
cosβz	0,11	0,30	0,49	0,66	0,80	0,89	0,95	0,95	0,91	0,82	0,68	0,5209	0,3375	0,1463	0								
Rb	0,00	0,18	0,59	0,76	0,85	0,90	0,92	0,92	0,90	0,86	0,78	0,6341	0,2923	0	0								
R	0,84	0,82	0,81	0,83	0,85	0,88	0,90	0,90	0,88	0,86	0,81	0,71	0,44	0,25	1,02								
IT	9,08	72,30	203,90	323,78	482,19	608,00	780,44	800,45	694,22	591,42	493,60	322,55	138,34	33,109	41,417								

5513,42

ubs	107,88
AHX	19,19
B	193,32
COSB	-0,97
SINB	-0,23
COS2(B)	0,95
SIN2(B)	0,05
E	-2,28
Lst	30
Lloc	21,73
TDX	19,78

TDX-AH1 0,59

EXT	149,26	403,13	649,88	872,70	1056,41	1186,48	1259,91	1265,85	1205,87	1094,08	908,77	691,88	448,20	194,33	-52,42
KT	0,07	0,22	0,39	0,45	0,54	0,58	0,69	0,70	0,65	0,64	0,67	0,66	0,7058	0,6887	-0,7756
Id1/ 0,35	0,9819	0,9453	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,1932
Id1/ 0,75	FALSE	FALSE	0,85	0,73	0,57	0,48	0,29	0,27	0,39	0,39	0,32	0,3505	0,2584	0,2898	FALSE
Id1/ 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1/	0,96	0,95	0,85	0,73	0,57	0,48	0,29	0,27	0,39	0,39	0,32	0,35	0,2594	0,2898	1,1932



ΠΙΝΑΚΟΣ 4.7.8: 17 ΙΟΥΝΙΟΥ

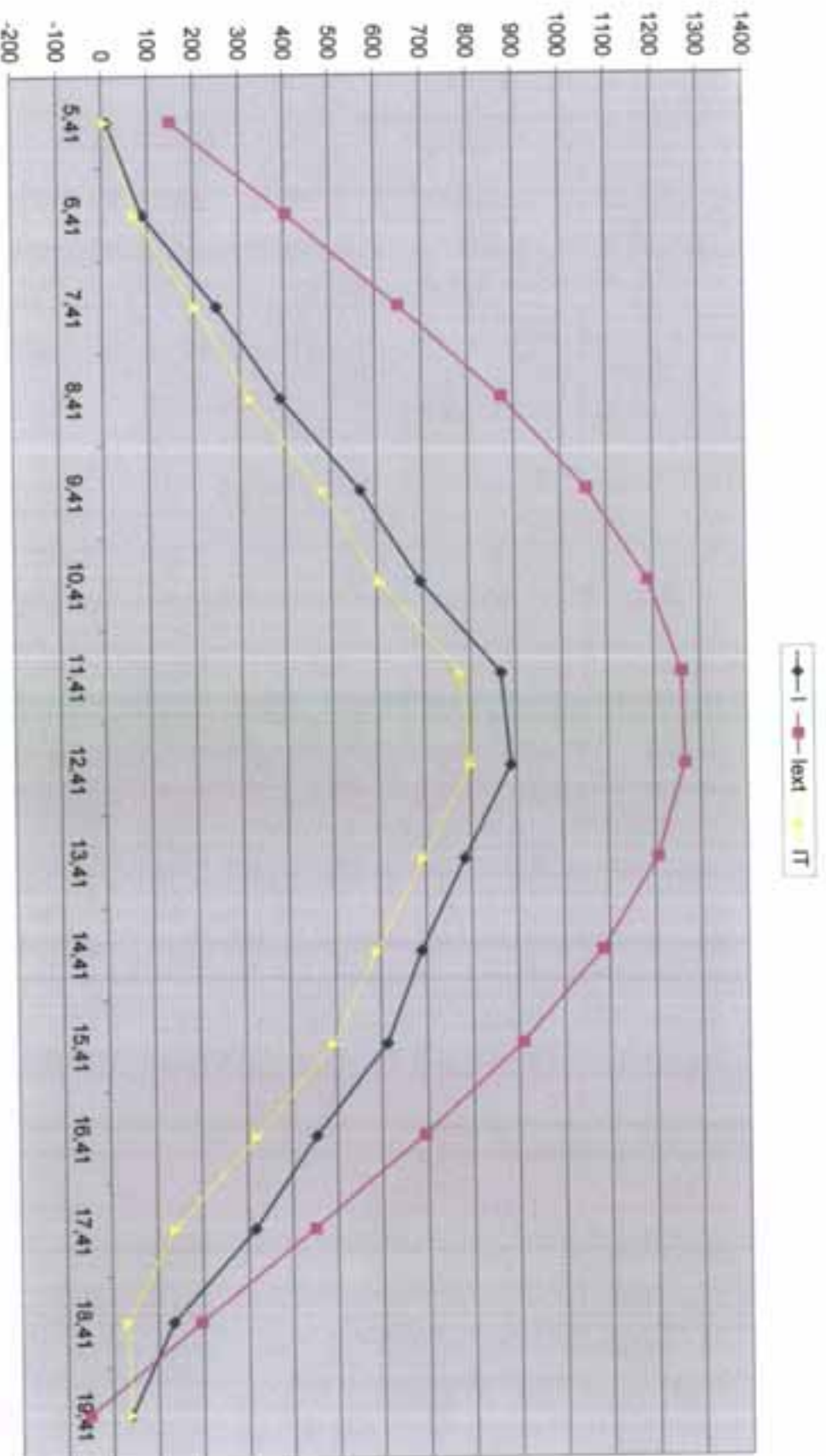
		17 ΙΟΥΝΙΟΥ																				6687,17			
I	10,833	88,5	251	390	566	694	868	888	785	689	612	454	316	134	41										
hReal	5,01	6,01	7,01	8,01	9,01	10,01	11,01	12,01	13,01	14,01	15,01	16,01	17,01	18,01	19,01										
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20										
δ	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354	21,354										
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15										
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45										
ω	-104,84	-89,84	-74,84	-59,84	-44,84	-29,84	-14,84	0,16	15,16	30,16	45,16	60,16	75,16	90,16	105,16										
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
n	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197										
cosθ	0,00	0,00	0,20	0,42	0,61	0,76	0,85	0,88	0,85	0,76	0,61	0,42	0,1934	0	0										
cosβz	0,04	0,23	0,42	0,59	0,74	0,86	0,93	0,96	0,93	0,86	0,74	0,5883	0,4125	0,2229	0,0334										
Rb	0,00	0,00	0,48	0,71	0,82	0,88	0,91	0,92	0,91	0,88	0,82	0,707	0,4688	0	0										
R	0,81	0,79	0,75	0,80	0,84	0,87	0,90	0,90	0,89	0,87	0,83	0,78	0,66	0,62	0,15										
IT	8,74	70,02	187,71	313,21	474,15	603,56	777,92	801,10	697,48	596,61	510,92	353,36	208,5	82,826	6,1439										
																						5615,50			

uis		107,88
AHX		19,19
B		193,32
COSB		-0,97
SINB		-0,23
COS2(B)		0,95
SIN2(B)		0,05
E		-2,28
Lst		30
Lloc		21,73
TDX		19,78

TDX-AH1 0,59

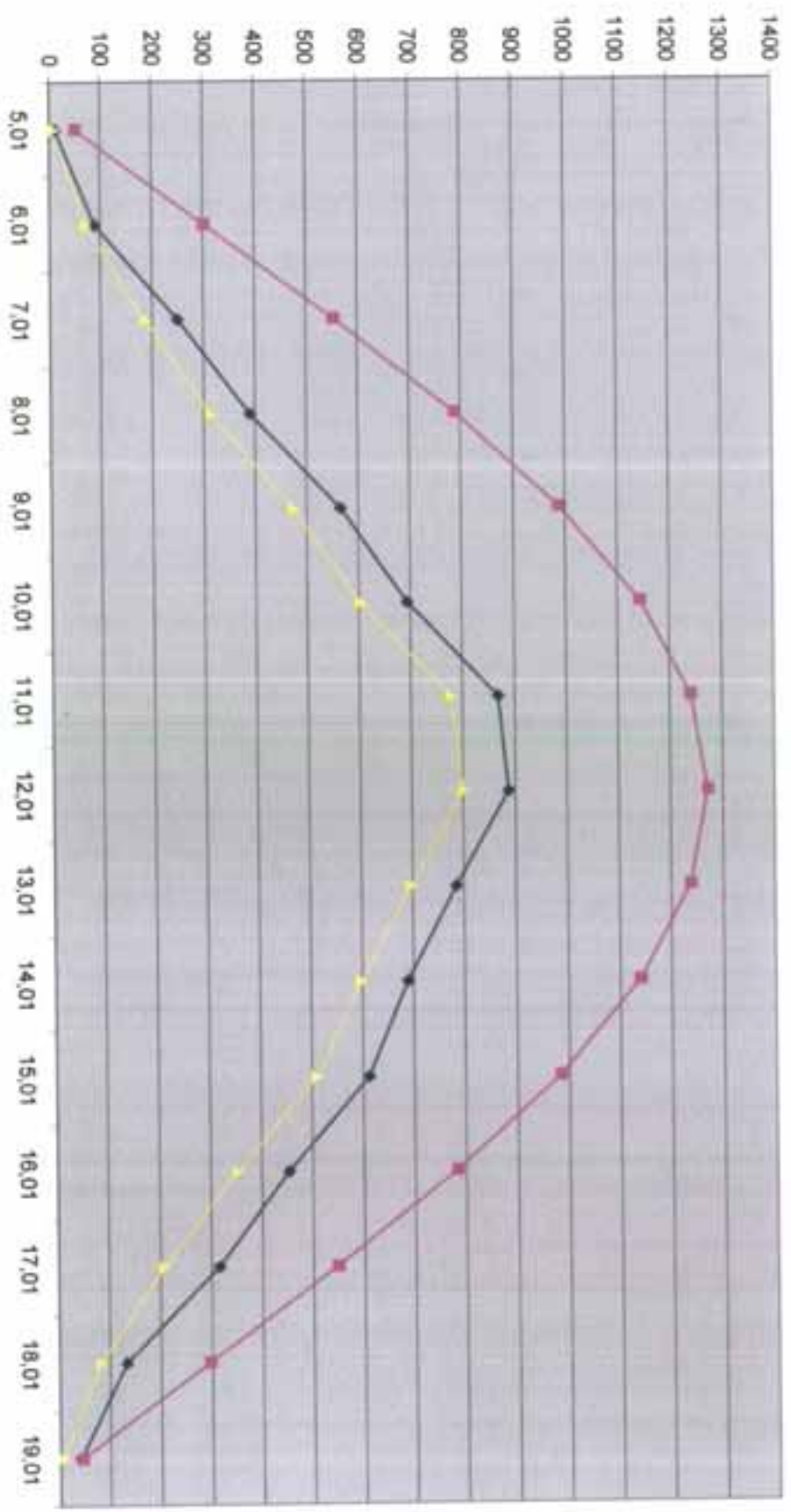
IEXT	49,61	301,47	553,14	787,47	968,49	1142,51	1239,03	1271,46	1237,61	1139,77	984,62	782,73	547,85	296,00	44,33
KT	0,22	0,29	0,45	0,50	0,57	0,61	0,70	0,70	0,63	0,60	0,62	0,58	0,5774	0,4521	0,9174
Id1 0,36	0,9456	0,9269	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	0,72	0,65	0,50	0,44	0,27	0,27	0,39	0,44	0,41	0,4905	0,4946	0,7251	-0,131
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177
Id1	0,95	0,93	0,72	0,65	0,50	0,44	0,27	0,27	0,39	0,44	0,41	0,49	0,4946	0,7251	0,177

17.7  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.7α: 17 ΙΟΥΝΙΟΥ

17.7  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.7β: 17 ΙΟΥΝΙΟΥ

Πίνακας 4.8α: 16 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ

16 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ																6173,50
1	0	48	179	348	532	701	811	894	839	685	557	373	219	84	2	
hReal	5,43	6,43	7,43	8,43	8,43	8,43	10,43	11,43	12,43	13,43	14,43	15,43	16,43	17,43	18,43	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
δ	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	13,455	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-68,61	-63,61	-68,61	-53,61	-53,61	-38,610289	-23,610289	-8,6102893	8,389707	21,38971	36,38971	51,38971	66,38971	81,38971	96,38971	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
η	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	
cosβ	0,00	0,08	0,32	0,55	0,73	0,86	0,93	0,93	0,87	0,75	0,57	0,36	0,110613	0	0	
cosφ	0,03	0,23	0,42	0,60	0,74	0,84	0,90	0,90	0,86	0,76	0,62	0,45005	0,258234	0,059816	0	
Rb	0,00	0,35	0,77	0,91	0,98	1,01	1,03	1,03	1,02	0,99	0,93	0,797863	0,482351	0	0	
R	0,85	0,83	0,85	0,87	0,91	0,95	0,97	0,99	0,98	0,94	0,90	0,82	0,61	0,15	0,86	
IT	0,00	40,03	151,71	301,85	453,33	604,04	750,04	893,98	825,07	646,83	502,19	306,01	133,4721	9,694233	1,7118	

5909,54

ωB	100,83
AHX	16,72
B	223,89
COsB	-0,72
SINB	-0,69
COsI(B)	0,52
SINI(B)	0,48
E	-1,36
Lst	30
Loc	21,73
TOX	19,30

TOX-AHX 0,57

IBXT	38,17	306,64	596,34	800,57	993,36	1131,89	1295,82	1211,01	1146,79	1017,54	832,07	603,03	346,01	78,54	-181,16
KT	0,00	0,16	0,32	0,43	0,54	0,62	0,67	0,71	0,73	0,67	0,67	0,62	0,63148	0,616989	-0,01104
Id1 0,38	1	0,961	0,921226	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1,002748
Id1 0,76	FALSE	FALSE	FALSE	0,76	0,57	0,42	0,32	0,24	0,21	0,32	0,33	0,419890	0,396077	0,063741	FALSE
Id1 0,78	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	FALSE
Id1	1,00	0,96	0,92	0,76	0,57	0,42	0,32	0,24	0,21	0,32	0,33	0,42	0,396077	0,177	1,002749

Πίνακας 4.8β: 16 ΑΥΤΟΥΣΤΟΥ

16 ΑΥΤΟΥΣΤΟΥ																6173.50
l	0	48	179	348	532	701	811	864	839	685	557	373	219	64	2	
hReal	4.93	5.93	6.93	7.93	8.93	9.93	10.93	11.93	12.93	13.93	14.93	15.93	16.93	17.93	18.93	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
o	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	13.455	
q	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-106.11	-91.11	-76.11	-61.11	-46.11029	-31.11029	-16.11029	-1.110293	13.86971	28.86971	43.86971	58.86971	73.86971	88.86971	103.8697	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
η	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	
cosβ	0.00	0.00	0.20	0.44	0.64	0.80	0.90	0.94	0.91	0.82	0.67	0.47	0.240193	0	0	
cosβz	0.00	0.13	0.33	0.51	0.67	0.80	0.88	0.91	0.89	0.81	0.69	0.538901	0.366958	0.158652	0	
Rb	0.00	0.00	0.62	0.85	0.95	1.00	1.02	1.03	1.03	1.01	0.96	0.874311	0.674779	0	0	
R	0.65	0.79	0.81	0.85	0.91	0.95	0.96	0.99	0.98	0.94	0.91	0.86	0.80	0.79	0.66	
IT	0.00	38.14	144.90	297.67	462.09	694.97	791.10	853.32	823.63	646.82	507.77	321.13	175.3322	90.9506	1.723023	

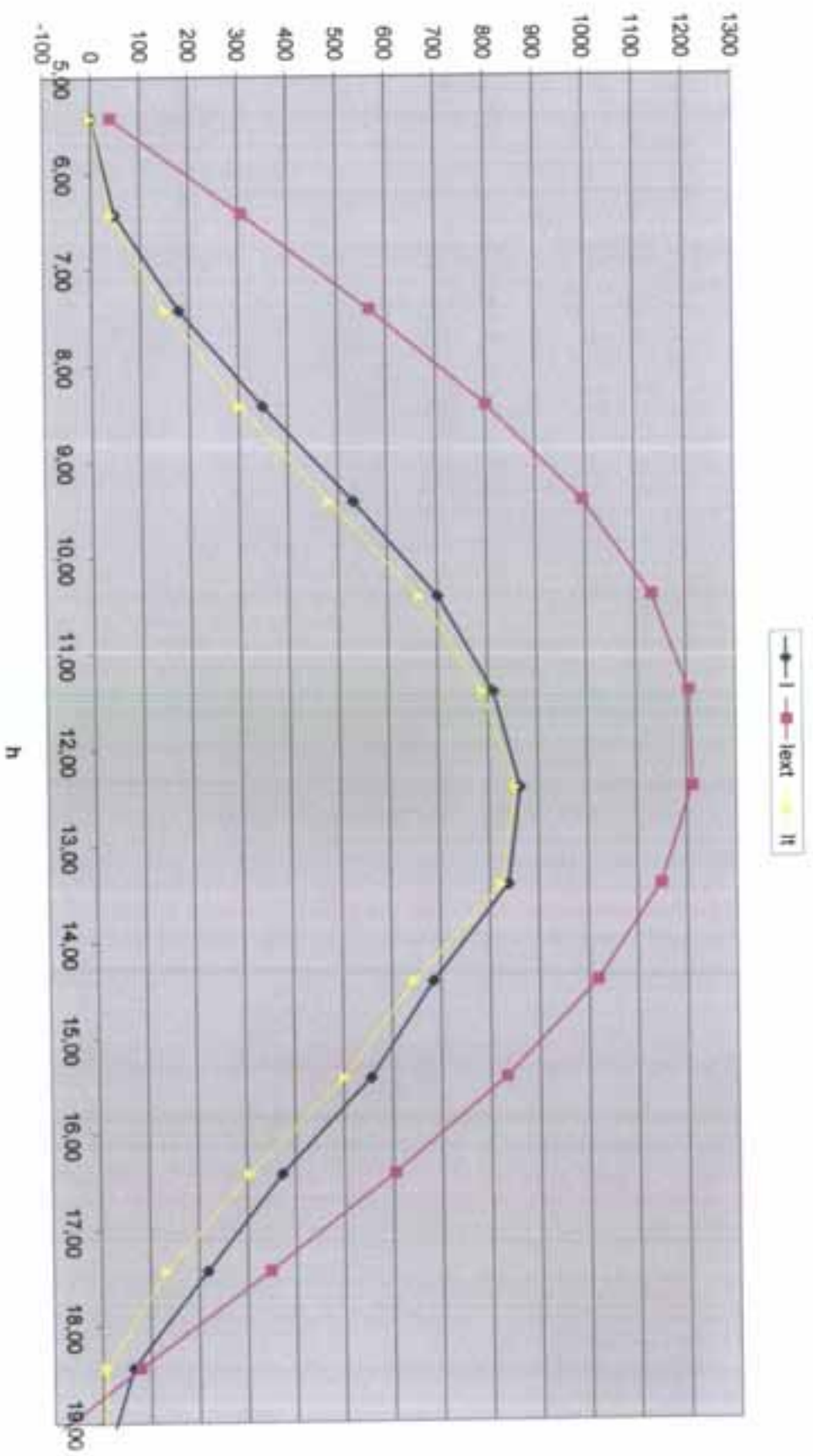
5760.76

ωB	100.83
AHX	18.72
B	223.89
CO5B	-0.72
SHB	-0.69
CO52(B)	0.52
SH2(B)	0.48
E	-1.36
Lst	30
Loc	21.73
TOX	19.30

TOX-AHX 0.57

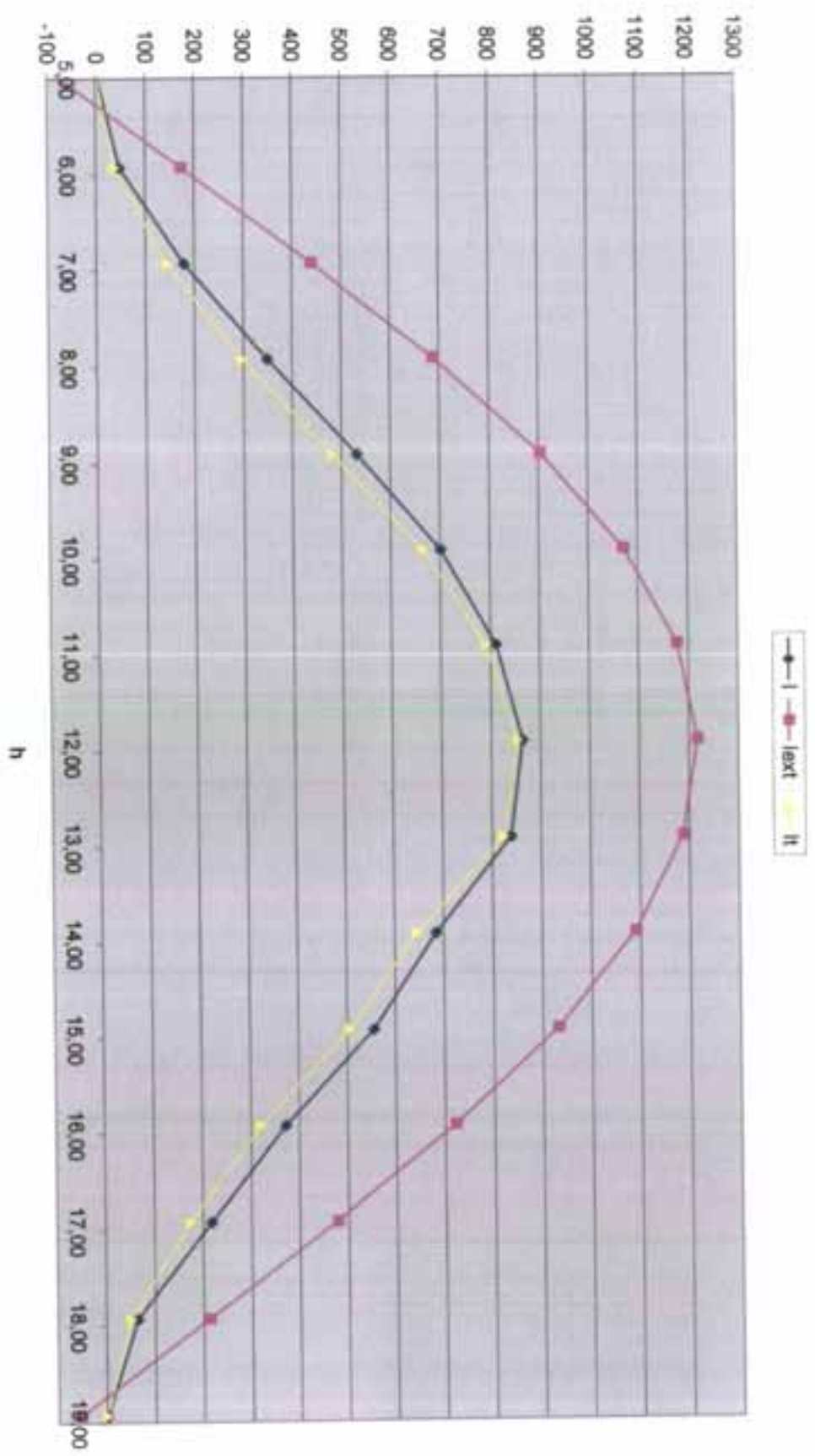
IEXT	-91.76	172.73	438.59	697.69	903.04	1069.98	1177.13	1217.18	1187.41	1089.84	931.13	722.08	476.95	212.45	-53.41
KT	0.00	0.28	0.41	0.51	0.59	0.65	0.69	0.71	0.71	0.63	0.40	0.52	0.458116	0.302037	-0.037443
IdI 0.35	1	0.931	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1.009323
IdI 0.76	FALSE	FALSE	0.61	0.63	0.47	0.35	0.29	0.25	0.26	0.40	0.40	0.607376	0.714267	FALSE	FALSE
IdI 0.76	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
IdI	1.00	0.93	0.61	0.63	0.47	0.35	0.29	0.25	0.26	0.40	0.40	0.61	0.714067	0.924793	1.009323

16.08  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.8α: 16 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ

16.08  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.8β: 16 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ

Πίνακας 4.9α: 16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ

16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ																5133,50
I	0	20	107	284	456	638	713	695	684	632	483	318	118	29	0	
hReal	5.42	6.42	7.42	8.42	9.42	10.42	11.42	12.42	13.42	14.42	15.42	16.42	17.42	18.42	19.42	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
6	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	
φ	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-68.75	-63.75	-68.75	-53.75	-38.7457	-23.7457	-8.74571	6.254289	21.25429	36.25429	51.25429	66.25429	81.25429	96.25429	111.2543	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
η	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	
cosβ	0.00	0.10	0.36	0.58	0.77	0.90	0.98	0.98	0.92	0.80	0.62	0.39	0.146237	0	0	
cosφz	0.00	0.11	0.31	0.49	0.64	0.74	0.80	0.81	0.76	0.66	0.52	0.340323	0.143377	0	0	
Rb	0.00	0.94	1.15	1.19	1.21	1.22	1.22	1.22	1.22	1.21	1.20	1.160343	1.019954	0	0	
R	0.65	0.86	0.87	0.93	1.00	1.07	1.09	1.08	1.10	1.12	1.08	1.07	0.94	0.83	0.85	
IT	0.00	17.13	93.34	253.83	455.34	684.52	777.24	748.08	748.13	705.87	488.97	340.44	109.5789	27.21671	0	

5453.65

ωB	91.74
AHX	18.12
B	253.48
COSB	-0.28
SINB	-0.96
COS2(B)	0.08
SIN2(B)	0.92
E	-1.90
Lst	30
Lloc	21.73
TOX	18.70

TOX-AHX 0.98

EXT	-129.99	148.91	419.87	684.43	865.93	1010.63	1088.67	1094.73	1028.41	894.21	701.29	482.80	194.97	-83.92	-354.88
KT	0.00	0.13	0.25	0.43	0.53	0.63	0.65	0.63	0.66	0.71	0.66	0.69	0.595806	-0.34954	0
Id1 0.35	1	0.966557	0.836545	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1.087035	1
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	0.77	0.89	0.40	0.35	0.39	0.33	0.26	0.34	0.292885	0.460718	FALSE	FALSE
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1	1.00	0.97	0.94	0.77	0.59	0.40	0.35	0.39	0.33	0.26	0.34	0.29	0.460718	1.087035	1



ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9β: 16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ

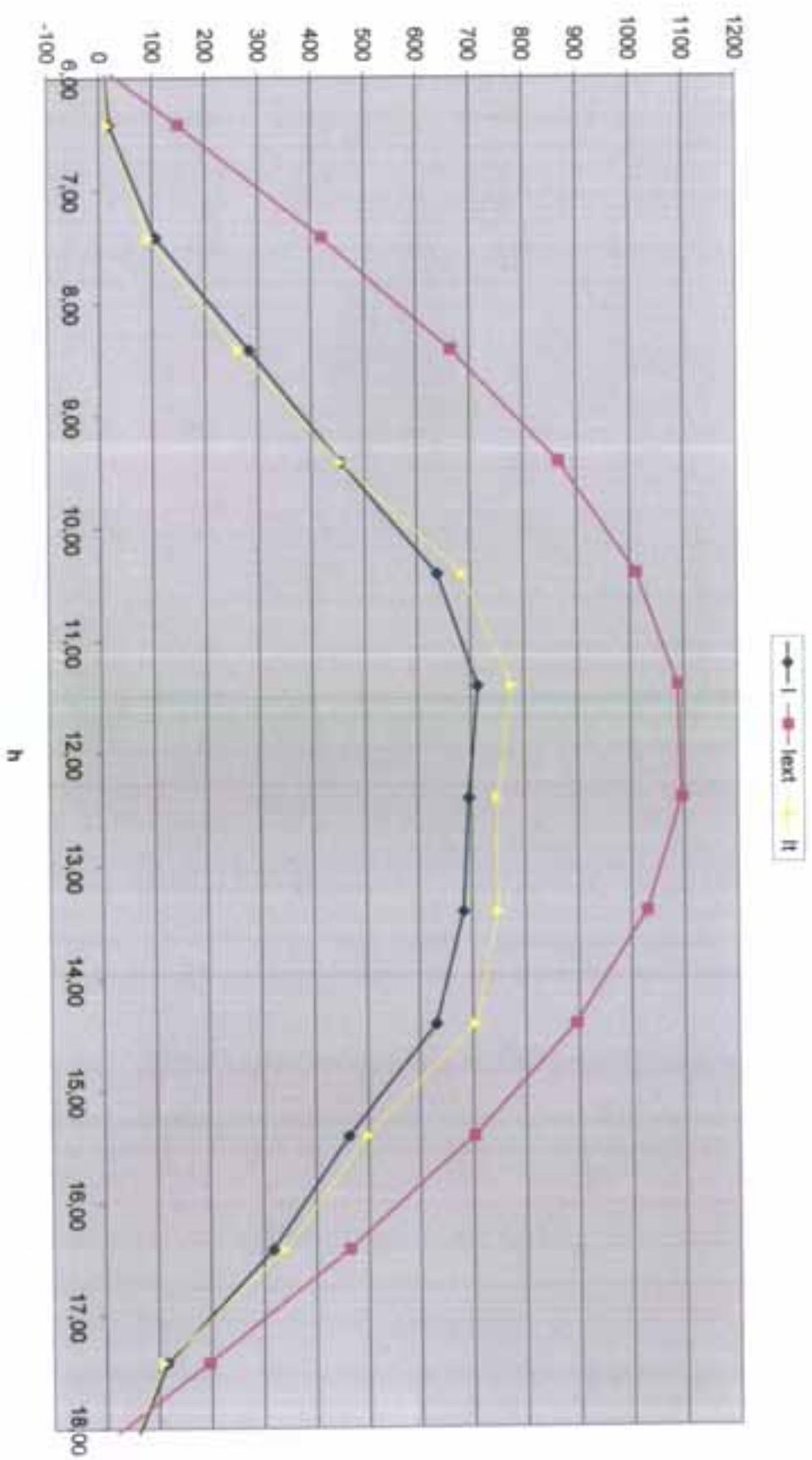
16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ																5133,50
1	0	20	107	284	456	638	713	665	684	632	463	318	116	29	0	
NReal	5,02	6,02	7,02	8,02	9,02	10,02	11,02	12,02	13,02	14,02	15,02	16,02	17,02	18,02	19,02	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
5	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	2,217	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-104,75	-88,75	-74,75	-59,75	-44,7457	-29,7457	-14,7457	0,254286	15,25429	30,25429	45,25429	60,25429	75,25429	90,25429	105,2543	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
η	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	
cosβ	0,00	0,00	0,26	0,50	0,70	0,86	0,95	0,99	0,95	0,85	0,69	0,49	0,24791	0	0	
cosβz	0,00	0,03	0,23	0,42	0,58	0,71	0,78	0,81	0,78	0,70	0,58	0,413775	0,223906	0,020407	0	
Rb	0,85	0,00	0,00	1,18	1,20	1,21	1,22	1,22	1,22	1,21	1,20	1,178486	1,107204	0	0	
R	0,85	0,49	0,88	0,97	1,03	1,09	1,10	1,07	1,08	1,09	1,04	1,01	0,89	0,15	0,85	
IT	0,00	9,71	93,66	274,97	498,86	697,55	783,50	746,48	739,78	698,53	480,31	321,33	103,4289	4,431649	0	

ωns			91,74												
AMX			18,12												
B			263,48												
COBB			-0,28												
SINB			-0,96												
COSz(B)			0,08												
SINz(B)			0,92												
E			-1,80												
Lst			30												
Lloc			21,73												
TOX			18,70												

TOX-AMX 0,58

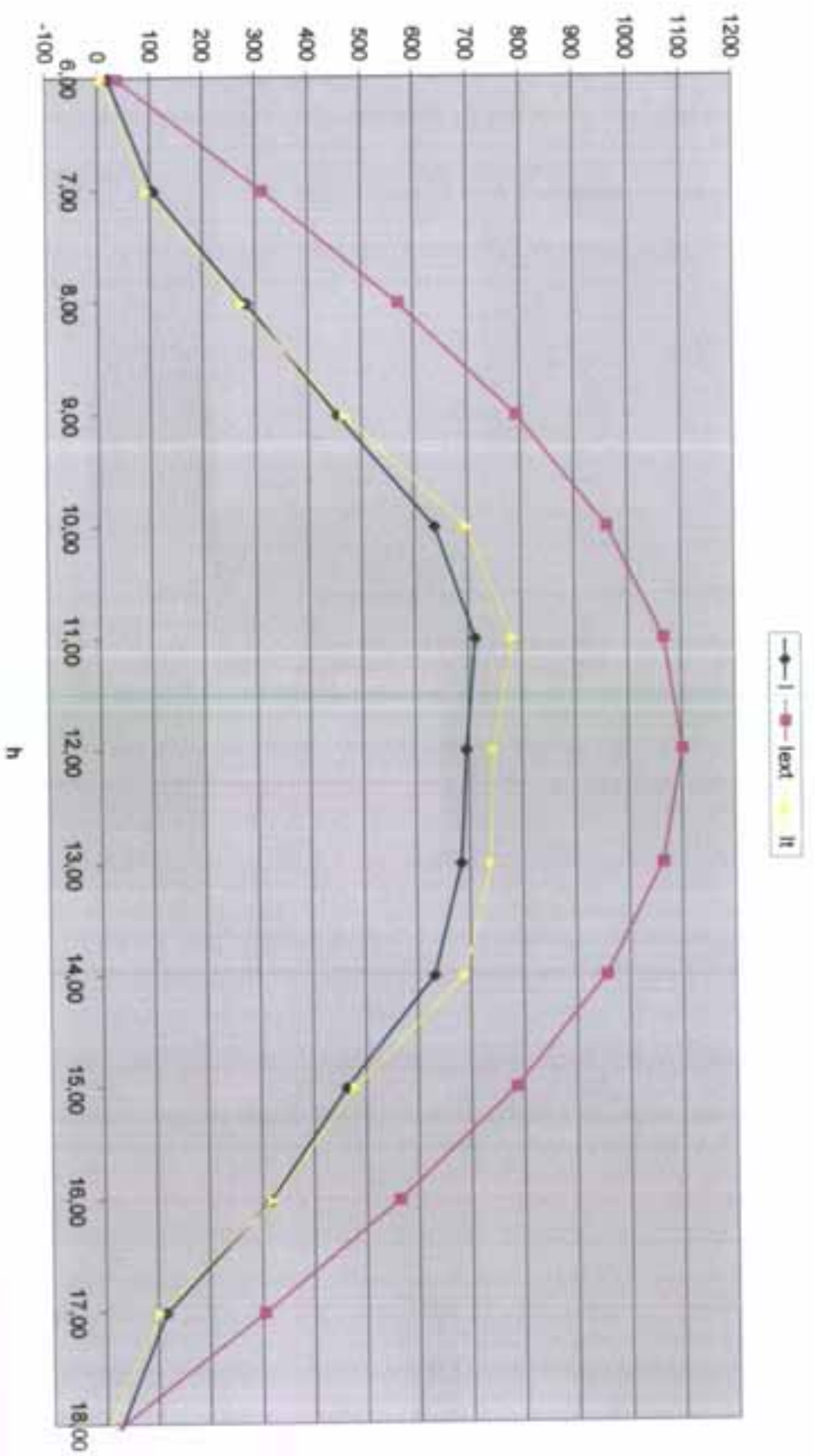
EXT	-239,50	37,24	313,85	570,90	791,45	960,29	1095,90	1101,08	1063,44	965,55	784,75	662,68	304,48	27,75	-248,66
KT	0,00	0,54	0,34	0,50	0,58	0,66	0,67	0,63	0,64	0,66	0,59	0,57	0,361510	1,056008	0
Id1 0,36	1	FALSE	0,919094	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1
Id1 0,76	FALSE	0,57	FALSE	0,64	0,50	0,33	0,33	0,40	0,37	0,34	0,47	0,517122	0,855005	-0,38798	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	FALSE
Id1	1,00	0,57	0,92	0,64	0,50	0,33	0,33	0,40	0,37	0,34	0,47	0,52	0,855005	0,177	1

16.09  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.9α: 16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ

16.09  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.9β: 16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ

Πίνακας 4.10α 16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ

16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ																3307,00
1	0	0	74	234	308	472	501	523	463	372	236	106	20	0	0	
hReal	6,42	6,42	7,42	8,42	9,42	10,42	11,42	12,42	13,42	14,42	15,42	16,42	17,42	18,42	19,42	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	-9,966	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
ω	-98,71	-63,71	-68,71	-63,71	-38,7145	-23,7145	-8,71454	6,285467	21,28546	36,28546	51,28546	66,28546	81,28546	96,28546	111,2855	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	
cost	0,00	0,13	0,38	0,60	0,78	0,92	0,99	0,99	0,93	0,81	0,63	0,4	0,2	0	0	
costc	0,00	0,00	0,17	0,36	0,50	0,60	0,66	0,69	0,61	0,52	0,38	0,2	0,0	0	0	
Rb	0,00	0,00	2,16	1,71	1,58	1,52	1,50	1,50	1,52	1,56	1,67	2,023173	16,17	0	0	
R	0,85	0,85	0,95	1,13	1,16	1,16	1,15	1,17	1,15	1,14	1,08	1,01	13,46	0,85	0,85	
IT	0,00	0,00	70,17	264,54	426,84	556,72	673,93	811,43	930,83	1023,47	1155,18	1295,23	1544,69	0	0	
ωB			82,07													
AHX			17,47													
B			284,05													
COSB			0,24													
SINB			-0,97													
COS2(B)			0,06													
SIN2(B)			0,94													
E			-1,78													
Lst			30													
Loc			21,73													
TOX			18,05													
TOX-AHX			0,58													

hEXT	-310,32	-30,60	241,13	486,34	688,33	833,32	911,45	917,36	850,71	716,96	522,39	283,10	14,45	-265,27	-537,00
KT	0,00	0,00	0,31	0,48	0,53	0,57	0,55	0,57	0,54	0,52	0,45	0,37	1,361074	0	0
Id1 0,36	1	1	0,923629	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1	1
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	0,67	0,57	0,51	0,55	0,51	0,56	0,60	0,72	0,870234	-0,84738	FALSE	FALSE
Id1 0,78	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	FALSE	FALSE
Id1	1,00	1,00	0,92	0,67	0,57	0,51	0,55	0,51	0,56	0,60	0,72	0,87	0,177	1	1

4082,96

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.108 16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ

16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ																3367,00
1	0	0	74	234	308	472	501	523	463	372	235	106	20	0	0	0
nReal	5,42	6,42	7,42	8,42	9,42	10,42	11,42	12,42	13,42	14,42	15,42	16,42	17,42	18,42	19,42	0
n	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0
0	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996	-0,996
9	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15
8	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
u	-98,71	-83,71	-68,71	-53,71	-38,7145	-23,7145	-8,71454	6,285457	21,28546	36,28546	51,28546	66,28546	81,28546	96,28546	111,2855	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289
cost	0,00	0,13	0,38	0,60	0,78	0,92	0,99	0,99	0,93	0,81	0,63	0,4	0,2	0	0	0
costB	0,00	0,00	0,17	0,35	0,50	0,60	0,66	0,69	0,61	0,52	0,38	0,2	0,0	0	0	0
R	0,85	0,85	0,95	1,13	1,16	1,18	1,15	1,17	1,15	1,14	1,09	1,01	13,46	0,85	0,85	0,85
IT	0,00	0,00	70,17	264,64	426,84	555,72	573,83	611,43	530,83	423,47	255,18	106,23	204,6189	0	0	0

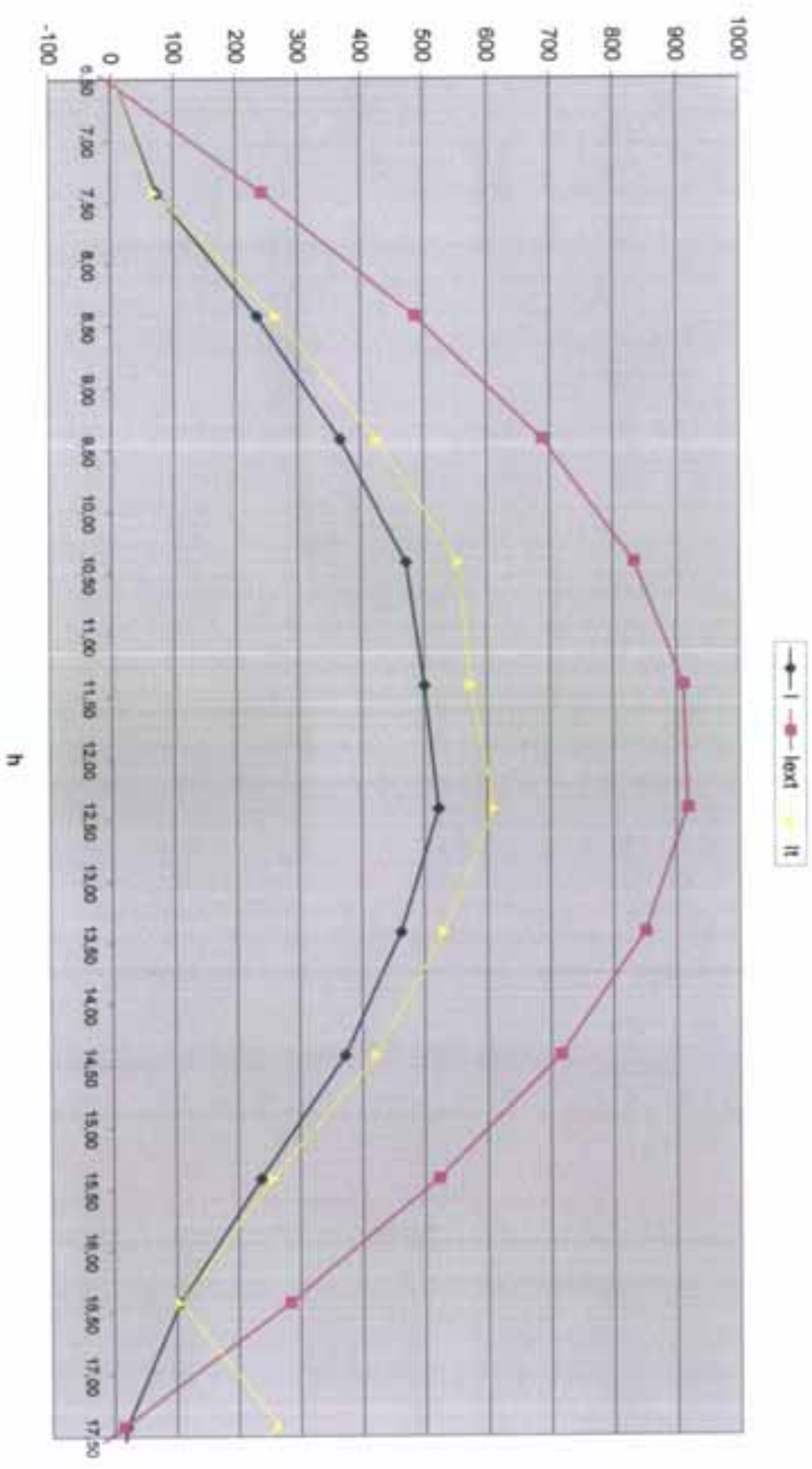
4082,96

uB	82,07
AHX	17,47
B	294,06
COSB	0,24
SINB	-0,97
COS2(B)	0,06
SIN2(B)	0,94
E	-1,78
Lst	30
Lloc	21,73
TOX	18,05

TOX-AHX 0,98

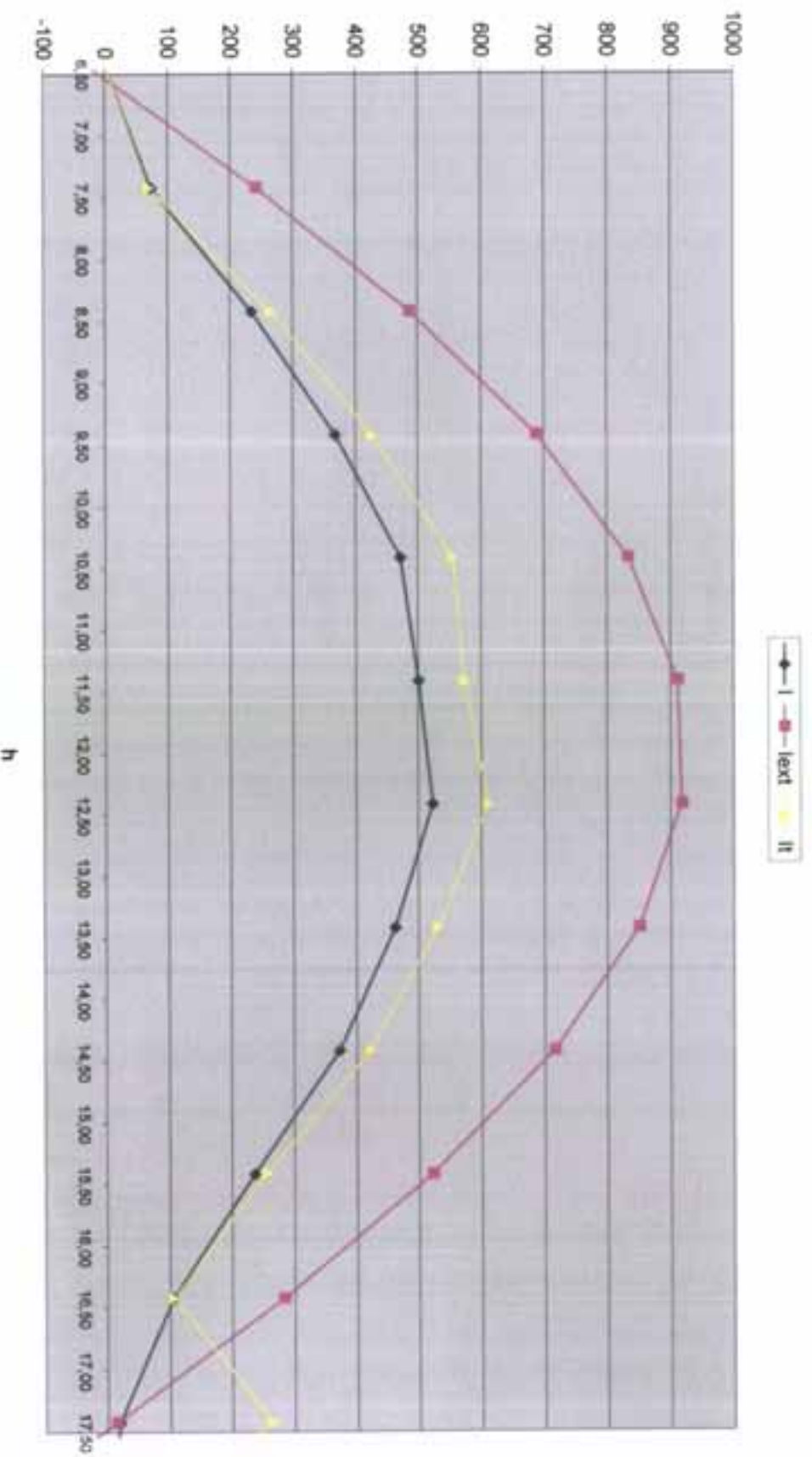
EXT	-310,32	-30,60	241,13	480,34	688,33	833,32	911,45	917,38	850,71	715,98	522,38	283,10	14,45	-265,27	-537,00	0
KT	0,00	0,00	0,31	0,48	0,53	0,57	0,55	0,57	0,54	0,52	0,46	0,37	1,361074	0	0	0
ld1 0,36	1	1	0,923929	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1	1	1
ld1 0,76	FALSE	FALSE	FALSE	0,67	0,57	0,51	0,55	0,51	0,56	0,60	0,72	0,870234	-0,94738	FALSE	FALSE	FALSE
ld1 0,78	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ld1	1,00	1,00	0,92	0,67	0,57	0,51	0,55	0,51	0,56	0,60	0,72	0,87	0,177	1	1	1

16.10  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.10α: 16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ

16.10  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.10β: 16 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11α 15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ

15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ																			
1	0	0	10	68	147	149	271	303	249	231	110	38	1	0	0				
nReal	5.43	6.43	7.43	8.43	9.43	10.43	11.43	12.43	13.43	14.43	15.43	16.43	17.43	18.43	19.43				
n	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
0	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148	-19.148				
9	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15	38.15				
B	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45				
w	-83.50	-83.50	-88.50	-83.50	-38.5035	-23.5035	-8.50353	6.492465	21.49247	36.49247	51.49247	66.49247	81.49247	96.49247	111.49247				
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
n	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319				
cost	0.00	0.15	0.38	0.60	0.77	0.90	0.97	0.97	0.91	0.79	0.62	0.41	0.177814	0	0				
costR	0.00	0.00	0.07	0.24	0.38	0.48	0.53	0.54	0.49	0.39	0.26	0.083652	0	0	0				
Rb	0.00	0.00	5.50	2.50	2.04	1.88	1.82	1.81	1.87	2.01	2.40	4.411824	0	0	0				
R	0.85	0.85	0.97	0.94	0.94	0.91	0.96	1.03	0.97	1.10	0.97	1.11	0.85	0.85	0.85				
IT	0.00	0.00	8.29	63.87	137.29	135.81	200.48	311.62	240.52	254.15	106.42	41.89	0.683867	0	0				

1879.20

1561.84

u8	74.17
AHX	16.94
B	313.64
COSB	0.69
SINB	-0.72
COS2(B)	0.48
SIN2(B)	0.52
E	-0.93
Lat	30
Loc	21.73
TOX	17.51

TOX-AHX 0.57

EXT	-438.85	-196.44	97.72	336.84	531.69	671.92	746.97	751.74	685.90	553.92	364.82	131.47	-130.22	-402.43	-696.59
KT	0.00	0.00	0.10	0.20	0.28	0.22	0.26	0.40	0.36	0.42	0.30	0.29	-0.00614	0	0
Id1 0.35	1	1	0.976538	0.940663	0.93125	0.944709	FALSE	FALSE	FALSE	0.79	FALSE	FALSE	FALSE	1	1
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0.69	0.82	0.89	0.79	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0.75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Id1	1.00	1.00	0.98	0.95	0.93	0.94	0.89	0.82	0.89	0.79	0.93	0.93	1.00153	1	1



ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11β 15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ

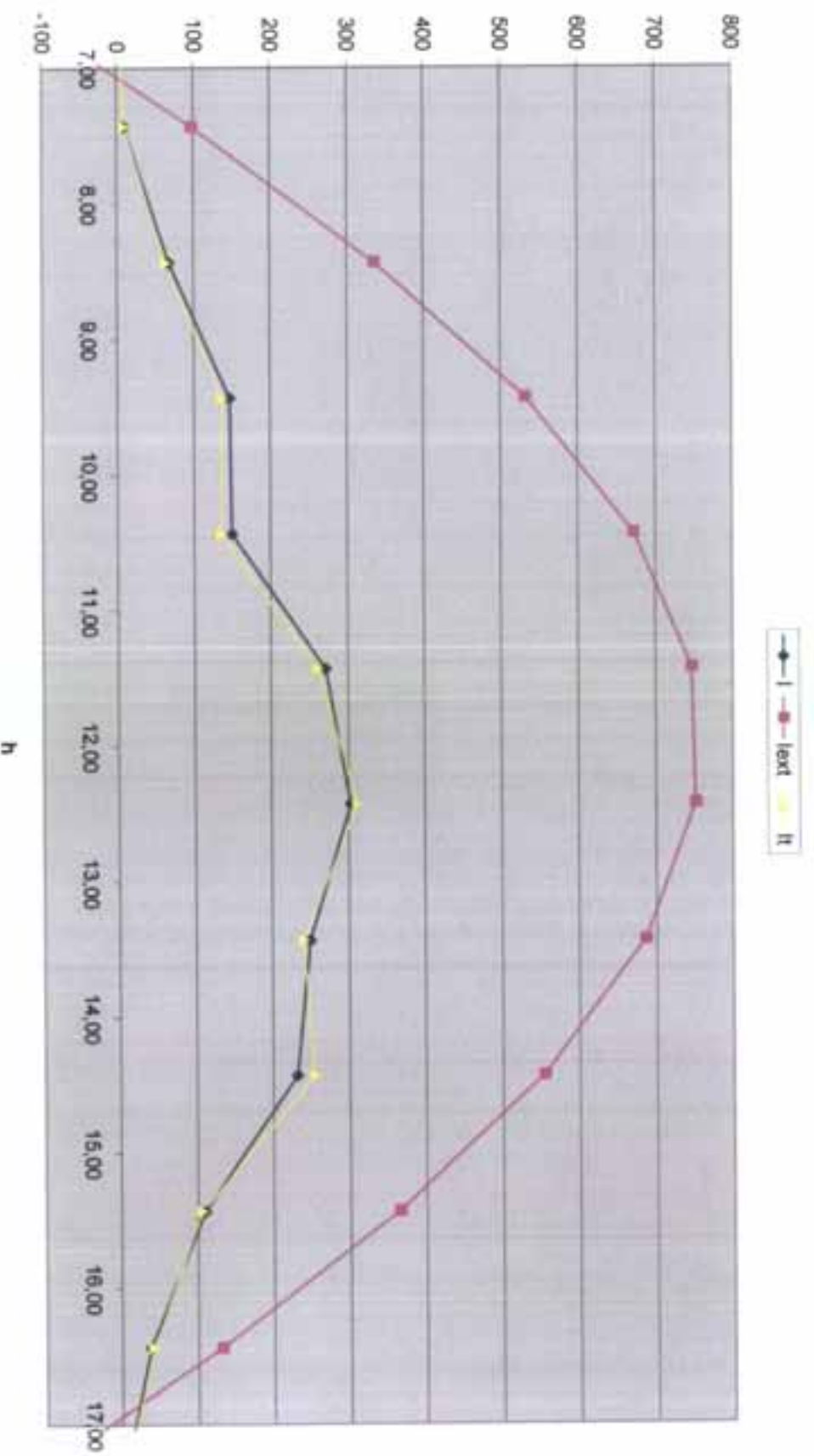
15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ															1597,15
l	0	0	10	68	147	149	271	303	249	231	110	38	1	0	0
hReal	6,13	6,13	7,13	8,13	9,13	10,13	11,13	12,13	13,13	14,13	15,13	16,13	17,13	18,13	19,13
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148	-19,148
9	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15
8	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
u	-103,00	-88,00	-73,00	-58,00	-43,0035	-28,0035	-13,0035	1,999465	16,99947	31,99947	46,99947	61,99947	76,99947	91,99947	106,99945
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319	319
cost6	0,00	0,07	0,31	0,54	0,73	0,87	0,95	0,98	0,94	0,83	0,68	0,48	0,250187	0,009446	0
costz	0,00	0,00	0,01	0,19	0,34	0,45	0,52	0,54	0,51	0,43	0,30	0,146189	0	0	0
Rb	0,00	0,00	21,55	2,81	2,13	1,91	1,83	1,81	1,84	1,95	2,23	3,260036	0	0	0
R	0,85	0,85	7,24	0,98	0,95	0,92	0,98	1,02	0,94	1,02	0,94	0,99	0,86	0,85	0,85
IT	0,00	0,00	69,47	66,43	139,61	136,58	264,53	309,67	233,97	236,33	103,42	36,47	0,685675	0	0

lms	74,17
AHX	16,94
B	313,04
COSB	0,89
SINB	-0,72
COSz(B)	0,48
SINz(B)	0,52
E	-0,93
Lst	30
Loc	21,73
TOX	17,51

TOX-AHX 0,57

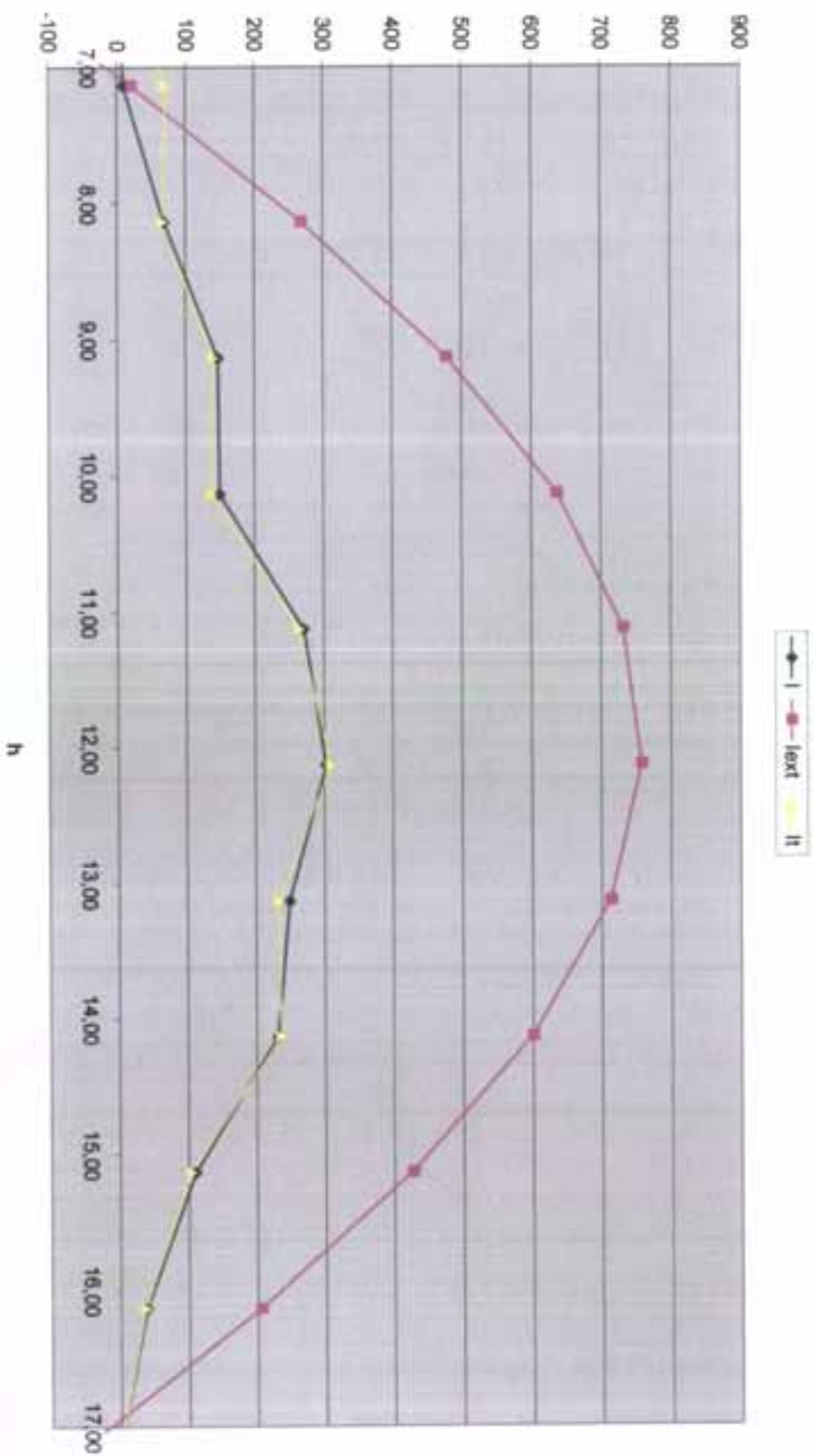
EXT	-519,09	-248,10	20,41	268,15	478,23	636,34	731,70	757,81	712,89	600,01	426,85	265,22	-49,78	-320,77	-889,28
KT	0,00	0,00	0,47	0,25	0,31	0,23	0,37	0,40	0,35	0,39	0,26	0,18	-0,01607	0	0
ldf 0,36	1	1	FALSE	0,936866	0,923596	0,941618	FALSE	FALSE	0,913026	FALSE	0,936940	0,95	1,004002	1	1
ldf 0,75	FALSE	FALSE	0,69	FALSE	FALSE	FALSE	0,66	0,62	FALSE	0,85	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ldf 0,76	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
ldf	1,00	1,00	0,69	0,94	0,92	0,94	0,88	0,82	0,91	0,95	0,94	0,95	1,004002	1	1

15.11  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.11α: 15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ

15.11  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.11β: 15 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12α 11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ

11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ																2172,25
1	0	0	0	20	175	327	419	396	333	286	176	51	0	0	0	
hReal	6,43	6,43	7,43	8,43	9,43	10,43	11,43	12,43	13,43	14,43	15,43	16,43	17,43	18,43	19,43	
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Q	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	
β	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
w	-98,96	-83,66	-68,96	-53,96	-38,96	-23,96	-8,96	6,43	21,43	36,43	51,43	66,43	81,43	96,43	111,43	
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
n	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	
cosβ	0,00	0,15	0,38	0,59	0,76	0,88	0,95	0,98	0,99	0,78	0,62	0,41	0,18	0	0	
cosφ	0,00	0,00	0,02	0,19	0,32	0,42	0,47	0,48	0,43	0,34	0,21	0,04	0,05	0	0	
Rb	0,00	0,00	17,49	3,15	2,38	2,10	2,01	2,00	2,08	2,30	2,96	8,84	36,53	0	0	
R	0,85	0,85	0,85	0,90	1,08	1,42	1,54	1,43	1,40	1,64	1,99	7,43	0,85	0,85	0,85	
IT	0,00	0,00	0,00	18,17	158,24	465,62	946,41	550,43	466,56	467,73	349,86	375,18	0	0	0	

3628,11

u8	70,40
AHX	16,89
B	339,29
CO8B	0,94
SINB	-0,35
CO2(B)	0,87
SIN2(B)	0,13
E	-1,18
L81	30
Lloc	21,73
TDX	17,26

TDX-AHX 0,57

hEXT	-485,49	-228,45	30,77	264,51	456,84	594,06	668,56	673,52	606,20	479,98	294,66	65,88	-190,77	-457,81	-717,03
KT	0,00	0,00	0,00	0,06	0,38	0,55	0,63	0,57	0,55	0,60	0,60	0,77	0	0	0
Id1 0,35	1	1	1	0,98	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	1	1	1
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,85	0,54	0,40	0,50	0,55	0,46	0,46	0,14	FALSE	FALSE	FALSE
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,177	FALSE	FALSE	FALSE
Id1	1,00	1,00	1,00	0,98	0,65	0,54	0,40	0,50	0,55	0,46	0,46	0,18	1	1	1

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12B 11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ

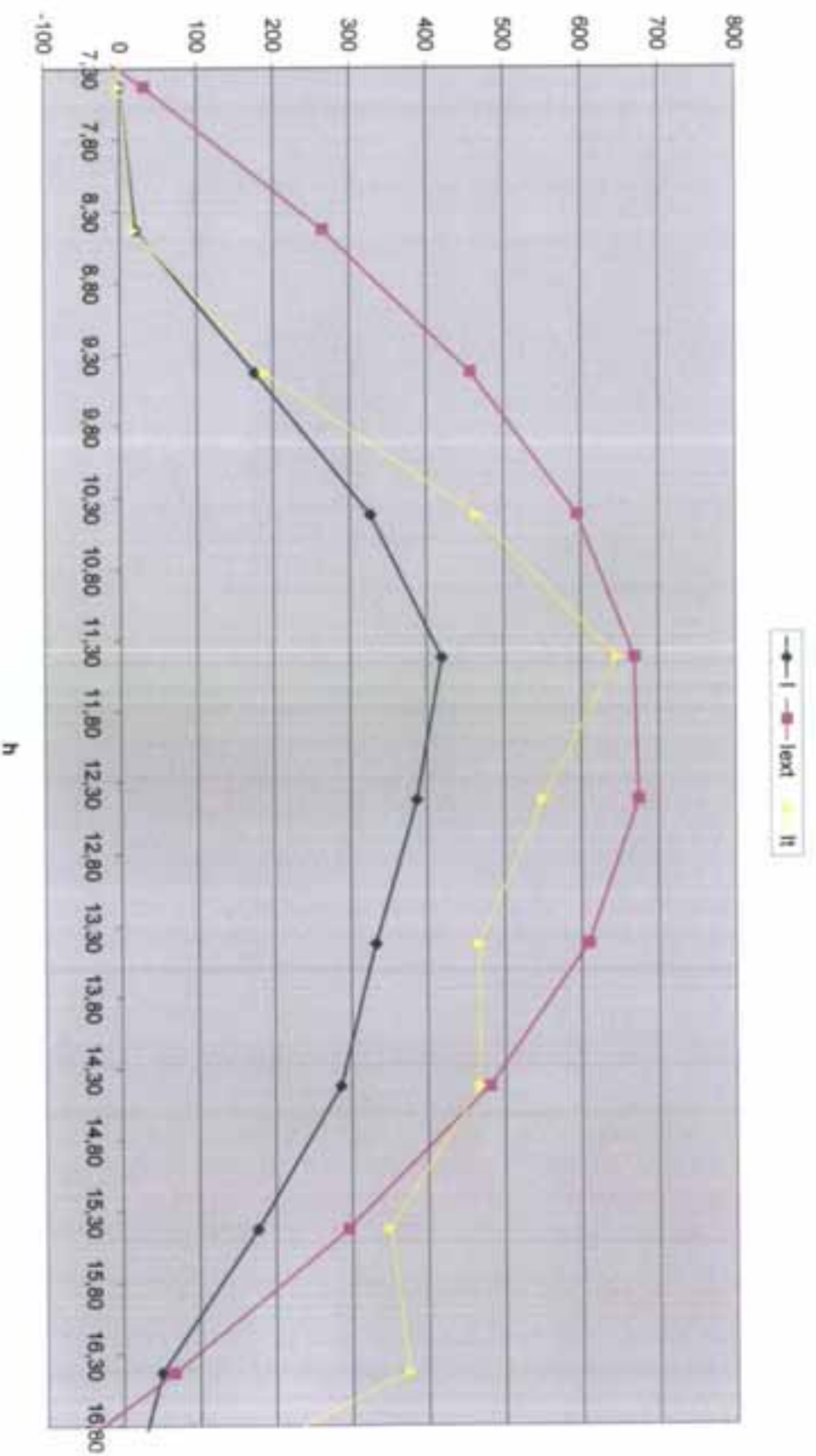
11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ																2172,25	
I	0	0	0	20	175	327	419	380	333	286	170	51	0	0	0	0	0
hReal	4,98	5,98	6,98	7,98	8,98	9,98	10,98	11,98	12,98	13,98	14,98	15,98	16,98	17,98	18,98		
h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
δ	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120	-23,120		
φ	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15	38,15		
θ	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45		
ω	-105,31	-60,31	-75,31	-60,31	-45,3142	-30,3142	-15,3142	-0,31418	14,68582	29,68582	44,68582	59,68582	74,68582	89,68582	104,6858		
γ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
n	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345		
cosθ	0,00	0,04	0,28	0,50	0,69	0,84	0,93	0,96	0,93	0,84	0,70	0,51	0,287998	0,05184	0		
cosφz	0,00	0,00	0,00	0,12	0,27	0,38	0,45	0,48	0,46	0,39	0,27	0,122487	0	0	0		
Rb	0,00	0,00	0,00	4,32	2,59	2,19	2,04	2,00	2,04	2,18	2,56	4,145087	0	0	0		
R	0,85	0,85	0,85	0,96	1,37	1,60	1,61	1,41	1,31	1,29	1,34	1,09	0,85	0,85	0,85		
IT	0,00	0,00	0,00	19,45	240,10	522,64	675,81	544,88	436,73	368,40	235,47	95,17	0	0	0		
3128,62																	

u/s			70,40														
AHX			16,89														
B			339,29														
COsB			0,94														
SINB			-0,35														
COs2(B)			0,87														
SIN2(B)			0,13														
E			-1,18														
LH			30														
Log			21,73														
TOX			17,26														

TOX-AHX: 0,57

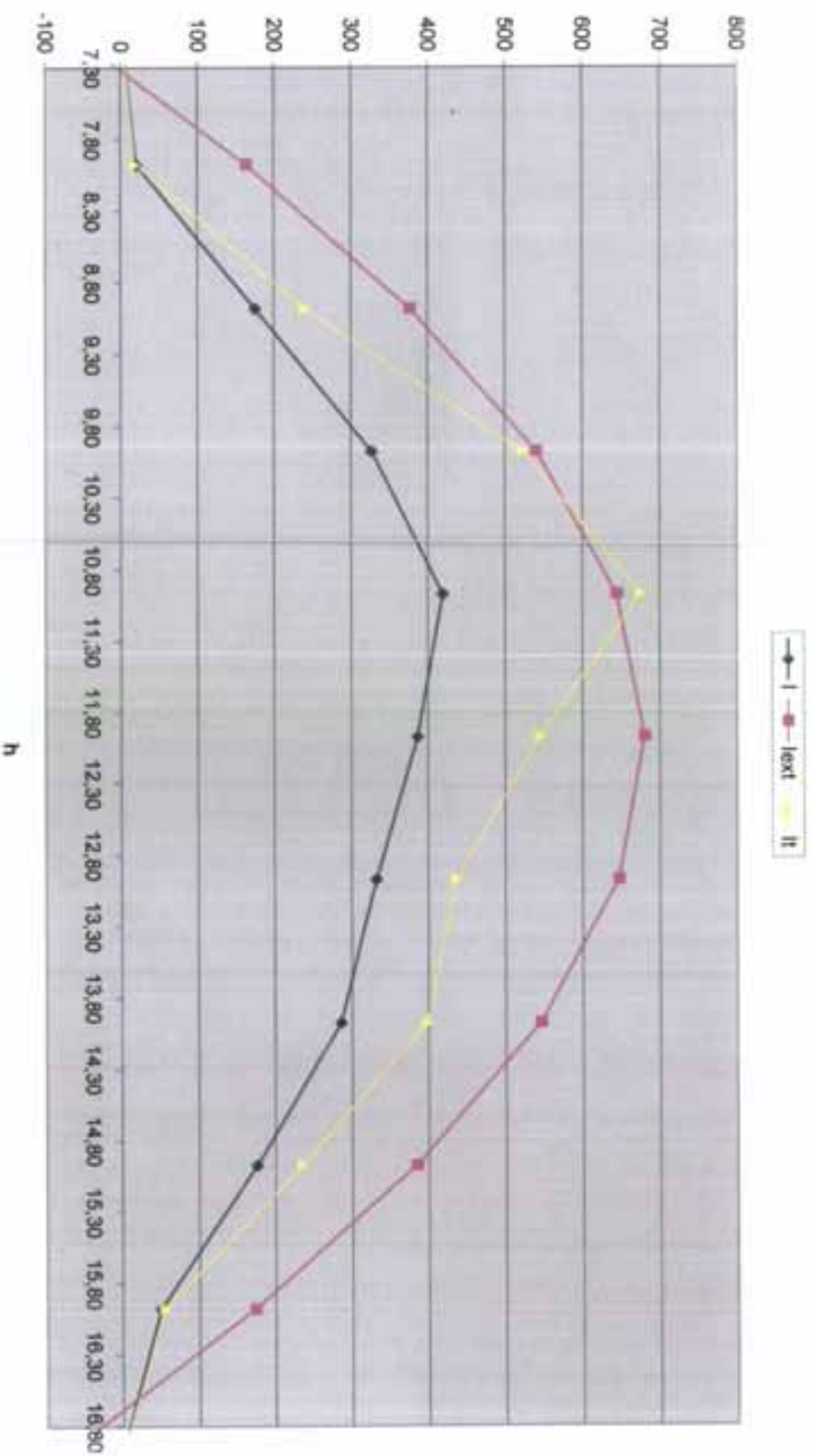
EXT	-613,34	-348,74	-83,75	103,59	376,34	540,08	643,64	679,95	646,55	545,60	384,27	173,27	-72,92	-317,52	-602,50		
KT	0,00	0,00	0,00	0,12	0,47	0,61	0,65	0,57	0,51	0,52	0,46	0,29	0	0	0		
Id1 0,35	1	1	1	0,989171	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE		
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	0,70	0,44	0,36	0,51	0,61	0,69	0,72	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE		
Id1 0,75	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE		
Id1	1,00	1,00	1,00	0,97	0,70	0,44	0,36	0,51	0,61	0,59	0,72	0,93	1	1	1		

11.12  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.12α: 11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ

11.12  $\beta=45$   $\gamma=0$



Σχήμα 4.12β: 11 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- [1] Σ. Ν. ΚΑΠΛΑΝΗ ``Η.Μ..Ε Ι , ΙΙ , ΙΙΙ `` , ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ 2003.
- [2] DUFFIE – BECKMANN ‘SOLAR ENGINEERING OF THERMAL PROCESSES’, WILEY – INTERSCIENCE PUBLICATION JOHN WILEY AND SONS
- [3] <http://www.hellasres.gr/Greek/gnoriste-tis-ape/text-fr.htm>
- [4]<http://www.texnikos.gr/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=87&mode=thread&order=0&thold=0>
- [5] <http://tee-milou.kyk.sch.gr/daidalos2005/APE.htm>
- [6] <http://13tee-thess.thess.sch.gr/SOLAR/iliaki.htm>
- [7] [http://www.greekastronomy.gr/solarsystem/sol\\_sun.htm](http://www.greekastronomy.gr/solarsystem/sol_sun.htm)
- [8] <http://ape.chania.teicrete.gr/ape/ilios/ilios.htm>
- [9] <http://www.physics4u.gr/energy/sunenergy.html>