



ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2

ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ LIDAR ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Τίτλος Έργου: “Αξιολόγηση Φωτοχημικών Μοντέλων των Αιωρούμενων Σωματιδίων και του Όζοντος στο Λεκανοπέδιο Αθηνών με χρήση αισθητήρων DOAS και τεχνικής LIDAR και συσχέτισή τους με δείκτες υγεία”

Κωδικός Έργου :	05B-NON-EU-349 [ΟΠΣ: 96δ]
Ανάδοχος :	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ II
Επιστημονικός Υπεύθυνος :	Δρ. Ιωάννης ΖΙΩΜΑΣ Καθηγητής
Δράση :	«Συνεργασίες με Ε&Τ οργανισμούς χωρών εκτός Ευρώπης - 2005» (Φάση Β)
Θεματικός Τομέας :	Περιβαλλοντικές και Διαστημικές Τεχνολογίες
Αρμόδια Διεύθυνση ΓΓΕΤ :	Διεύθυνση Διεθνούς Ε&Τ Συνεργασίας Τμήμα Διακρατικών Σχέσεων
Αρμόδιος Χειριστής ΓΓΕΤ :	B. ΚΕΡΑΣΙΩΤΗ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2008

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2: Εξειδικευμένο λογισμικό για την επεξεργασία και απεικόνιση δεδομένων lidar σε πραγματικό χρόνο

Συντονιστής: Raymetrics A.E., Συνεργάτες: ΕΜΠ (20%), Raymetrics A.E. (80%)

Περίληψη

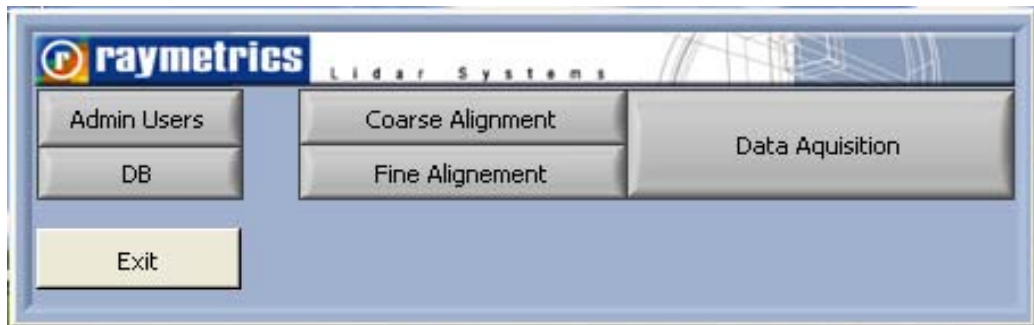
Αναπτύχθηκε ένα εξειδικευμένο λογισμικό για την ταυτόχρονη καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων lidar, καθώς και την απεικόνιση των λαμβανόμενων αποτελεσμάτων (συγκέντρωση όζοντος και οπτικές ιδιότητες αιωρούμενων σωματιδίων) σε πραγματικό χρόνο. Ο κώδικας αυτός βασίσθηκε στο λογισμικό LabView με χρήση των κατάλληλων Graphical Unit Interface (GUI) modules. Ο κώδικας είναι ικανός να καταγράφει, ταυτόχρονα, έως και 6 διαφορετικά σήματα lidar, τόσο αναλογικά σήματα, όσο και εκείνα της καταγραφής φωτονίων. Επίσης, υπάρχει και η δυνατότητα παρουσίασης της χρονικής μεταβολής διαφόρων παραμέτρων των αερολυμάτων, όπως είναι οι συντελεστές οπισθοσκέδασης, εξασθένησης, όπως και του ατμοσφαιρικού όζοντος.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2: Εξειδικευμένο λογισμικό για την επεξεργασία και απεικόνιση δεδομένων lidar σε πραγματικό χρόνο

Κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Σταδίου του ερευνητικού έργου αναπτύχθηκε ένα εξειδικευμένο λογισμικό για την ταυτόχρονη καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων lidar, καθώς και την απεικόνιση των λαμβανόμενων αποτελεσμάτων (συγκέντρωση όζοντος και οπτικές ιδιότητες αιωρούμενων σωματιδίων) σε πραγματικό χρόνο. Ο κώδικας αυτός βασίσθηκε στο λογισμικό LabView με χρήση των κατάλληλων Graphical Unit Interface (GUI) modules. Ειδικότερα, ο κώδικας αυτός είναι ικανός να καταγράφει (**κώδικας καταγραφής**), ταυτόχρονα, έως και 6 διαφορετικά σήματα lidar, τόσο αναλογικά σήματα, όσο και εκείνα της καταγραφής φωτονίων. Το επόμενο στάδιο είναι η επεξεργασία των σημάτων (**κώδικας επεξεργασίας**) για την ανάκτηση της κατακόρυφης κατανομής των αερολυμάτων ή του όζοντος. Επίσης, υπάρχει και η δυνατότητα παρουσίασης (**κώδικας απεικόνισης**) της χρονικής μεταβολής διαφόρων παραμέτρων των αερολυμάτων, όπως είναι οι συντελεστές οπισθοσκέδασης, εξασθένησης, όπως και του ατμοσφαιρικού όζοντος

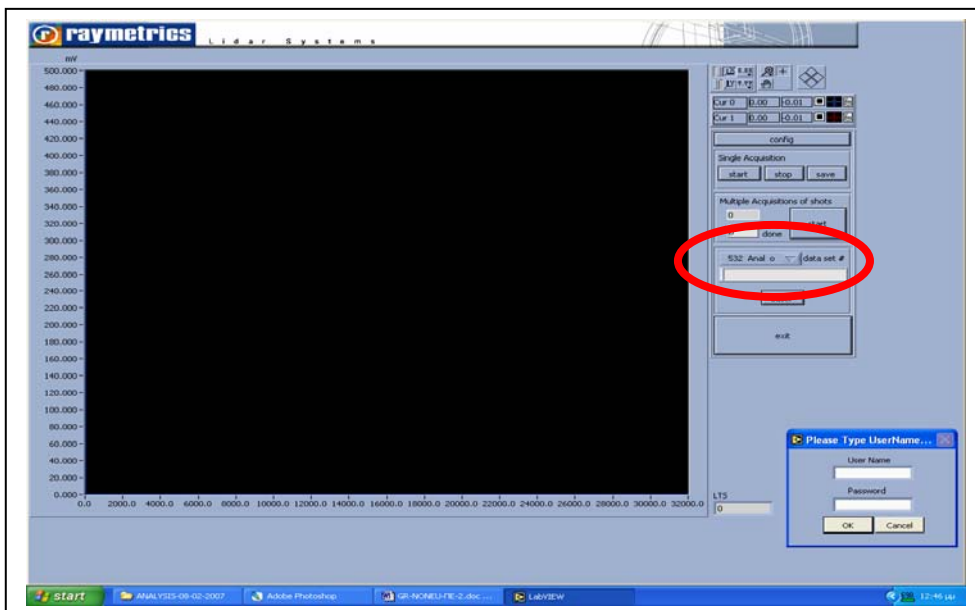
1) Κώδικας λογισμικού για την λήψη σημάτων lidar

Ο κώδικας λογισμικού που αναπτύχθηκε είναι ικανός να καταγράφει, ταυτόχρονα, έως και 6 διαφορετικά σήματα lidar, τόσο αναλογικά σήματα, όσο και εκείνα της καταγραφής φωτονίων. Ο κώδικας ξεκινά με την οθόνη που παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.1, όπου η παρουσιάζεται η επιλογή για τον χρήστη της «Ευθυγράμμισης» *Alignment (Coarse or Fine)* της δέσμης laser ή η επιλογή της «Λήψης Δεδομένων» (*Data Acquisition*).



Εικόνα 2.1. Το πρώτο παράθυρο (επιλογή) του λογισμικού λήψης (Acquisition Software).

Μόλις επιλεγεί η επιλογή «Λήψη Δεδομένων» *Data Acquisition*, εμφανίζεται το επόμενο παράθυρο (Εικόνα 2.2), όπου ο χρήστης καλείται να επιλέξει το επιθυμητό μήκος κύματος του σήματος που θέλει να απεικονίσει κατά την λήψη των δεδομένων. Στην Εικόνα 2.2 έχει επιλεγθεί η επιλογή “532 nm – Analogue Mode” (κόκκινος κύκλος).

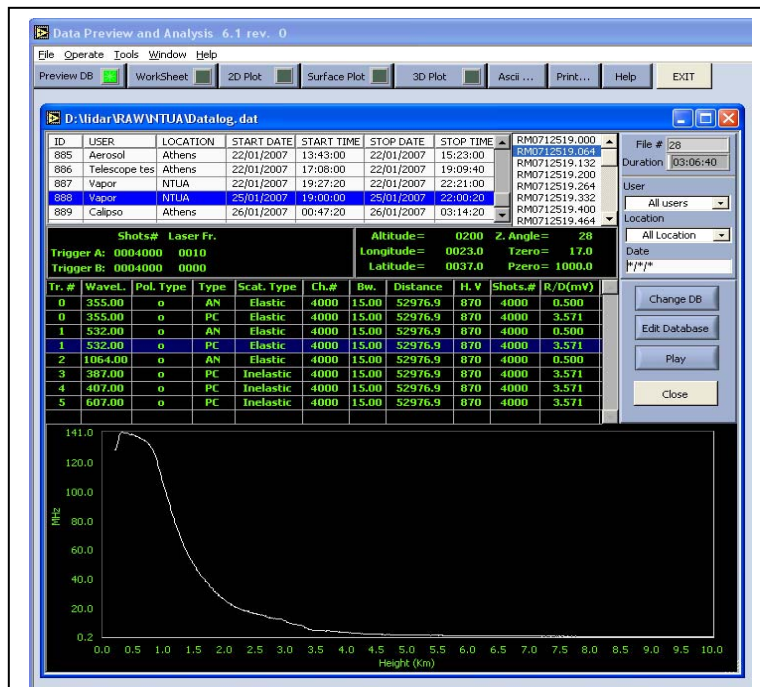


Εικόνα 2.2. Η παραθυρική επιλογή του μήκους κύματος κατά την «Λήψη Δεδομένων» στον κώδικα λογισμικού για την καταγραφή των δεδομένων lidar (Acquisition Software).

Ακολουθώς, ο χρήστης πιέχει το κουμπί “Start” και ξεκινά, αυτόματα, η καταγραφή των σημάτων lidar στα 6 διαφορετικά μήκη κύματος. Η καταγραφή των σημάτων σταματά μόλις ολοκληρωθεί ο χρονικός κύκλος που έχει επιλέξει ο χρήστης (π.χ. από 6 λεπτά της ώρας έως μερικές ώρες). Ακολουθώς, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να επεξεργασθεί τα δεδομένα που έχει καταγράψει με τη βοήθεια του κώδικα επεξεργασίας, που παρουσιάζεται αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο.

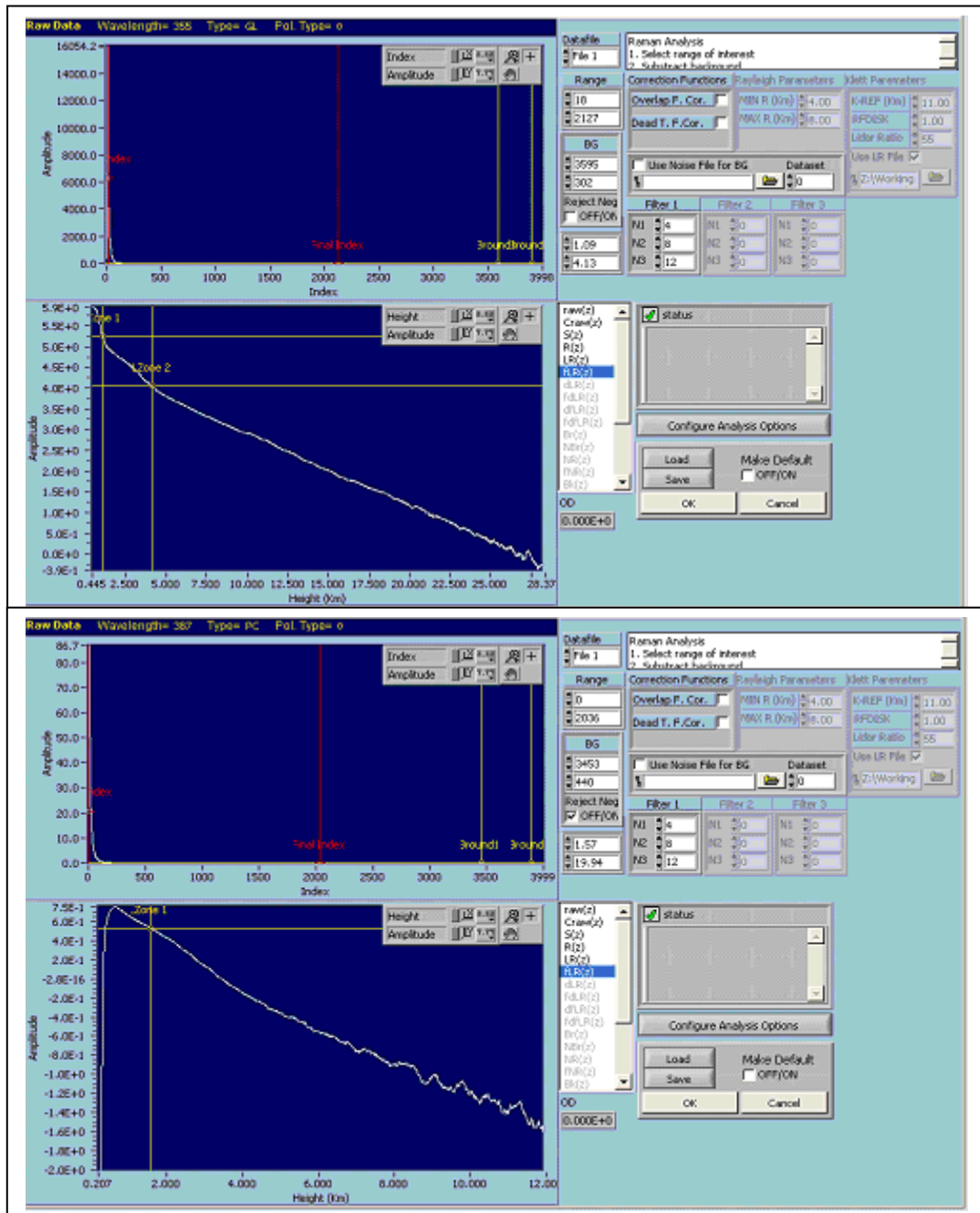
2) Κώδικας λογισμικού για την ανάλυση των σημάτων lidar

Ο κώδικας αυτός ξεκινά με την παρουσίαση μιας βάσης δεδομένων που περιέχει όλες τις διαθέσιμες μετρήσεις lidar. Όταν το κουμπί **Preview** (επάνω αριστερά) είναι ενεργό (πράσινο κουμπί) εμφανίζονται - με την μορφή πίνακα - όλες οι διαθέσιμες μετρήσεις lidar με την μορφή βάσης δεδομένων. Στο παράδειγμα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.3, εμφανίζεται το σήμα lidar που έχει καταγραφεί στα 532 nm (καταμέτρηση φωτονίων) από τα 0 έως τα 10 km ύψος. Κατά παρόμοιο τρόπο παρουσιάζονται όλα τα διαθέσιμα σήματα lidar και στα 6 διαφορετικά μήκη κύματος. Επιπλέον, παρουσιάζεται (επάνω δεξιά) και ο αριθμός των αρχείων που έχουν καταγραφεί (# File) κατά την ημέρα της μέτρησης που έχει επιλεγεί. Αντίστοιχα, εμφανίζονται η χρονική στιγμή έναρξης και λήξης της μέτρησης, και παράλληλα και η συνολική διάρκεια των μετρήσεων lidar κατά την ημέρα της μέτρησης.



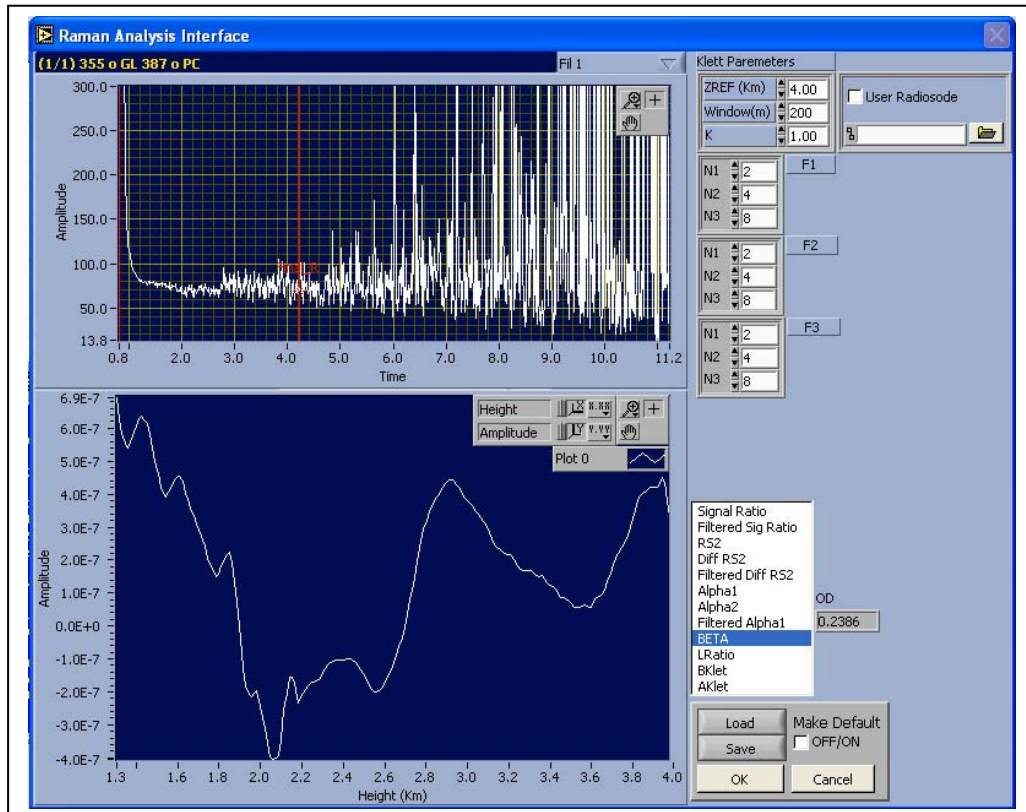
Εικόνα 2.3. Τυπικό παράδειγμα σήματος lidar που καταγράφηκε στα 532 nm (καταμέτρηση φωτονίων) στις 25/01/2007.

Το επόμενο βήμα στο λογισμικό *Analysis* είναι η επεξεργασία καθενός σήματος lidar, ξεχωριστά (τώρα το κουμπί **Worksheet** έχει ενεργοποιηθεί). Στην Εικόνα 2.4 παρουσιάζεται (επάνω μέρος) το σήμα lidar που έχει καταγραφεί και έχει φιλτραρισθεί (με την εφαρμογή ψηφιακού φίλτρου) στα 355 nm. Αντίστοιχα, στο κάτω μέρος της ίδιας Εικόνας, παρουσιάζεται το αντίστοιχο σήμα που καταγράφηκε στα 355 nm (κανάλι σκέδασης Raman από το ατμοσφαιρικό N_2). Παρατηρούμε ότι το σήμα στα 355 nm signal έχει αρκετά μεγάλο λόγο σήματος προς θόρυβο (signal-to-noise ratio SNR) έως το ύψος των 10-12 km, ενώ το σήμα στα 387 nm παραμένει αρκετά αξιόπιστο έως το ύψος των 5-6 km.



Εικόνα 2.4. Τυπικό παράδειγμα επεξεργασμένου σήματος lidar που καταγράφηκε στα 355 nm (επάνω μέρος) και στα 387 nm (κάτω μέρος).

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει την επεξεργασία διαφόρων σημάτων lidar και την ανάκτηση της κατακόρυφης κατανομής των οπτικών ιδιοτήτων των αερολυμάτων (π.χ. συντελεστής εξασθένησης και οπισθοσκέδασης, λόγος lidar, κ.λπ.), με τη χρήση διαφόρων ψηφιακών φίλτρων στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του σήματος. Ένα τυπικό παράδειγμα αναφορικά με την ανάκτηση της κατακόρυφης κατανομής του συντελεστή οπισθοσκέδασης στα 355 nm με χρήση της τεχνικής Raman παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.5.



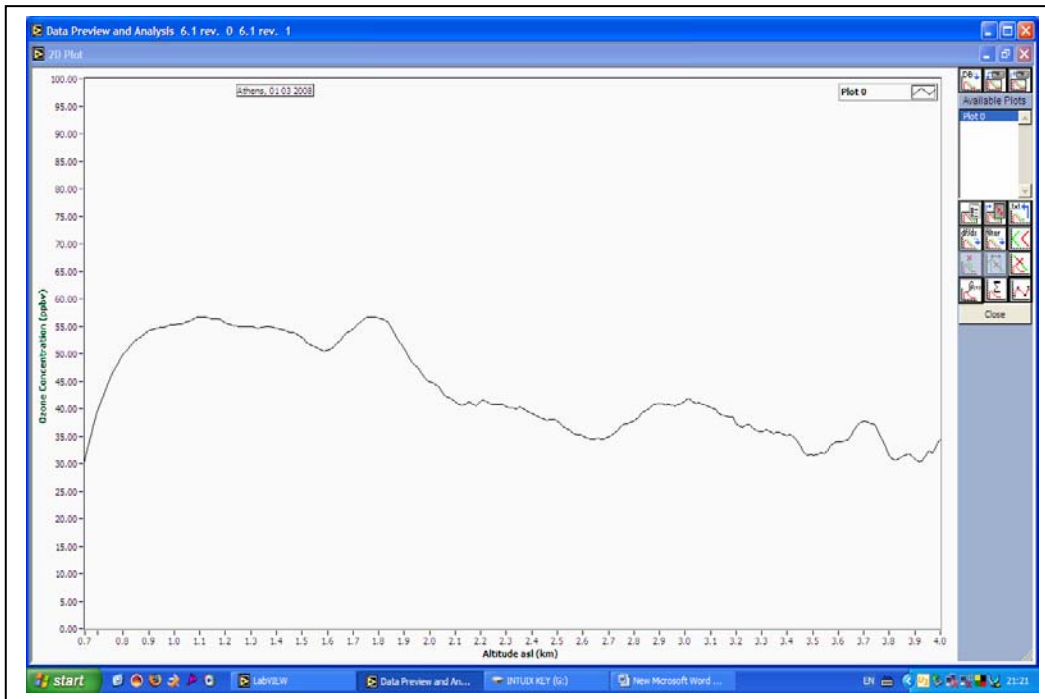
Εικόνα 2.5. Τυπικό παράδειγμα ανάκτησης της κατακόρυφης κατανομής του συντελεστή οπισθοσκέδασης στα 355 nm με χρήση της τεχνικής Raman.

Στην Εικόνα 2.6 παρουσιάζουμε, αντίστοιχα, ένα τυπικό παράδειγμα ανάκτησης της κατακόρυφης κατανομής της συγκέντρωσης του όζοντος, μεταξύ 650 m και 4000 m στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, όπου καταγράφηκαν τιμές της συγκέντρωσης του όζοντος από 30 έως 55 ppbv, με χρήση ενός συστήματος διαφορικής απορρόφησης lidar (σύστημα DIAL).

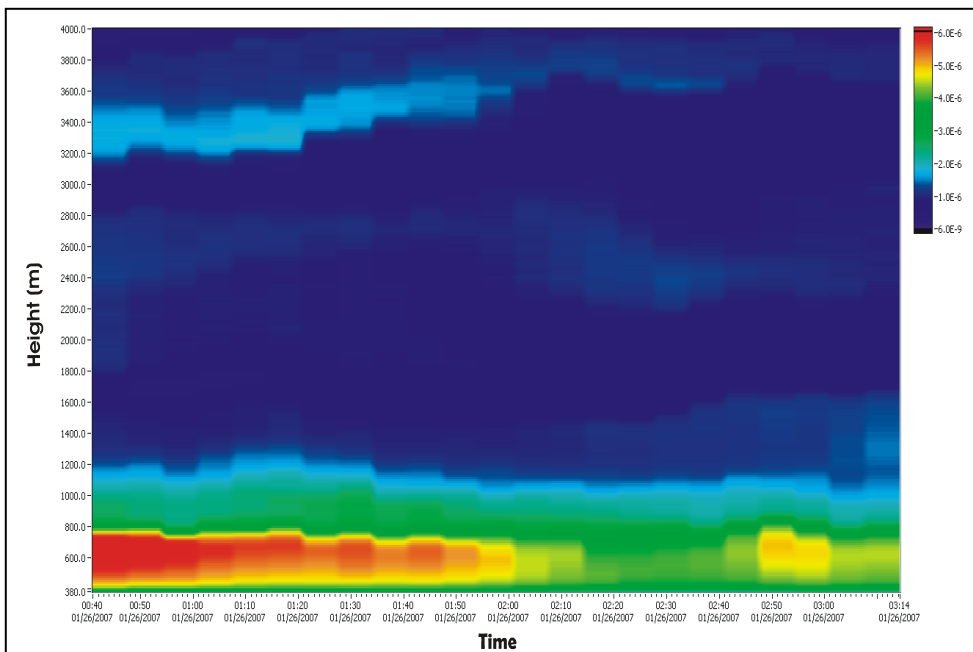
3) Κώδικας λογισμικού για την χωροχρονική παρουσίαση της κατακόρυφης κατανομής των αερολυμάτων και του όζοντος

Στον κώδικα που αναπτύχθηκε είναι εφικτή, επίσης, και η χωροχρονική παρουσίαση της μεταβολής της κατακόρυφης κατανομής των αερολυμάτων και του όζοντος στο Λεκανοπέδιο

Αθηνών. Σαν παράδειγμα, στην Εικόνα 2.7, παρουσιάζεται η χωροχρονική μεταβολή της κατακόρυφης κατανομής του συντελεστή οπισθοσκέδασης (σε $\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}$) των αερολυμάτων στα 532 nm στο Λεκανοπέδιο Αθηνών στις 26/1/2007, από τις 00:40 έως τις 03:14 UTC.



Εικόνα 2.6 Ανάκτηση της κατακόρυφης κατανομής της συγκέντρωσης του όζοντος, μεταξύ 650 m και 4000 m στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, με χρήση ενός συστήματος διαφορικής απορρόφησης lidar (σύστημα DIAL).



Εικόνα 2.7 Χωροχρονική μεταβολή της κατακόρυφης κατανομής του συντελεστή οπισθοσκέδασης (σε $\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}$) των αερολυμάτων στα 532 nm στο Λεκανοπέδιο Αθηνών στις 26/1/2007, από τις 00:40 έως τις 03:14 UTC.

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το μήκος κύματος του σήματος lidar που επιθυμεί να απεικονίσει, καθώς και την χρονική περίοδο της μέτρησης, μέσω ενός φιλικού περιβάλλοντος πολλαπλών επιλογών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα όσα περιγράφηκαν προηγουμένως, το Παραδοτέο 2, που αφορά την ανάπτυξη του λογισμικού για την ταυτόχρονη καταγραφή (έως 6 διαφορετικά μήκη κύματος) και επεξεργασία των δεδομένων lidar, καθώς και την απεικόνιση των λαμβανόμενων αποτελεσμάτων (συγκέντρωση όζοντος και οπτικές ιδιότητες αιωρούμενων σωματιδίων) σε πραγματικό χρόνο, έχει πλήρως ολοκληρωθεί. Έτσι, ο κώδικας αυτός θα είναι ικανός να παράσχει δεδομένα (σε μορφή ascii) αναφορικά με την κατακόρυφη κατανομή των αερολυμάτων και του όζοντος στο Λεκανοπέδιο Αθηνών, τα οποία θα μπορούσαν να συγκριθούν με εκείνα της πρόγνωσης που θα προκύπτουν από την εφαρμογή των φωτοχημικών μοντέλων (για επιλεγμένες περιπτώσεις ημερών – case studies) που θα εγκατασταθούν στο επόμενο χρονικό Στάδιο στο πλαίσιο του παρόντος ερευνητικού έργου.

Βεβαιώνεται η εκτέλεση του παραπάνω έργου

Ημερομηνία: 10/03/2008

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος

Δρ. Ιωάννης ΖΙΩΜΑΣ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.