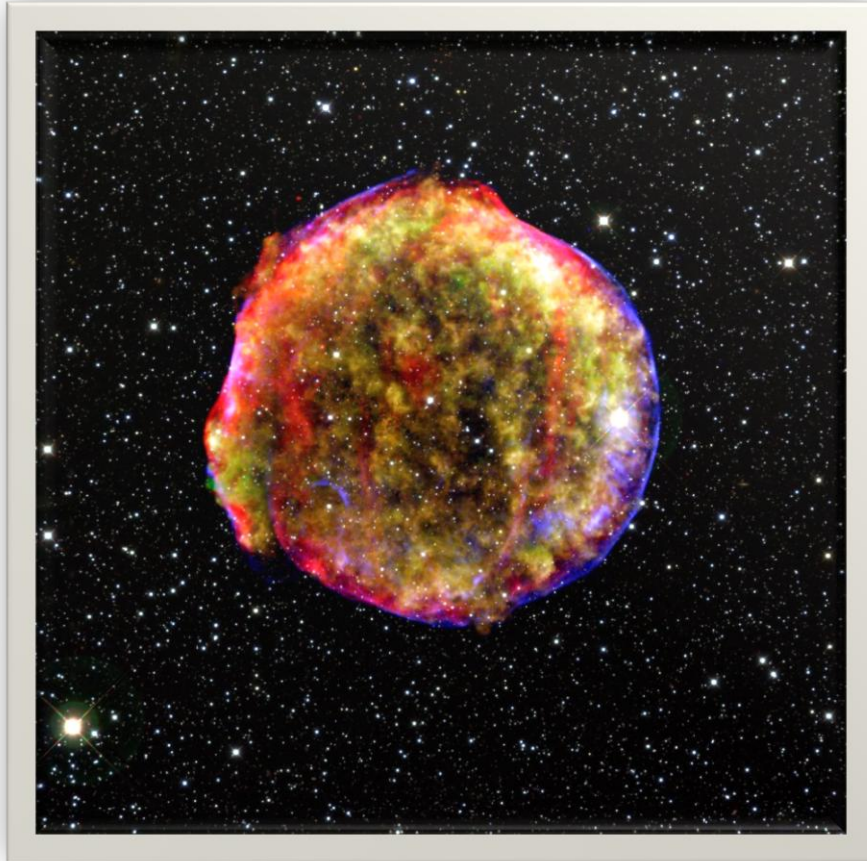


Οπτικές Παρατηρήσεις Υπολειμάτων Υπερκαινοφανών



Κουρουματζάκης Κωνσταντίνος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Φυσικής
Τομέας Αστροφυσικής Αστρονομίας και Μηχανικής
Διπλωματική Εργασία 2011

Οπτικές Παρατηρήσεις Υπολειμάτων Υπεκαινοφανών

Επιβλέπων καθηγητής: Σειραδάκης Χ. Ιωάννης

Κουρουμπατζάκης Κωνσταντίνος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Φυσικής
Τομέας Αστροφυσικής Αστρονομίας και Μηχανικής
Διπλωματική Εργασία 2011

Περίληψη

Η διπλωματική αυτή εργασία αφιερώθηκε περισσότερο σε πρακτικά θέματα της παρατηρησιακής Αστρονομίας και στην εκμάθηση διενέργειας οπτικών παρατηρήσεων με CCD κάμερες.

Η εργασία χωρίζεται σε τρία κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο περιέχει μια εισαγωγή σχετικά με τους υπερκαινοφανείς και τα υπολείμματα υπερκαινοφανών. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται το πρακτικό κομμάτι της εργασίας δείχνοντας πως έγιναν οι παρατηρήσεις και στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα φωτογραφικά αποτελέσματα αυτής.

Ευχαριστίες

Καθώς αυτή η διπλωματική εργασία σηματοδοτεί την ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών, οι πρώτοι άνθρωποι που νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω είναι οι οικογένεια μου για όλη την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη την διαδρομή.

Νιώθω προνομιούχος για την δυνατότητα να είμαι ένας απο τους φοιτητές που διδάχθηκαν απο τον Καθηγητή Ιωάννη Χ. Σειραδάκη. Θέλω να τον ευχαριστήσω για την μεγάλη του βοήθεια στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής αλλά κυρίως θέλω να τον ευχαριστήσω για όλα αυτά που διδάχθηκα από αυτόν, που δεν είχαν πάντα αποκλειστικά επιστημονικό αντικείμενο.

Δεν θα μπορούσα να μην αναφερθώ στον Καθηγητή Στάυρο Αυγολούπη που στα πρώτα χρόνια των σπουδών μου, έδωσε μια μεγάλη ώθηση στην αγάπη μου για την αστρονομία

Πολλά ευχαριστώ στον Επίκουρο Καθηγητή Φώτη Μαυροματάκη που μας βοήθησε να κάνουμε τις καλύτερες δυνατές επιλογές φίλτρων για τον εξοπλισμού του Αστρονομικού Σταθμού Χολομώντα.

Επίσης ευχαριστώ τα μέλη της Διοίκησης του Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξίαρχη και κυρίως τον Δασάρχη Πανουριά Γιώργο και τον επιστάτη Παπανικολάου Χρήστο.

Τελειώνοντας θέλω να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της ομάδας του εργαστηρίου αστρονομίας του Α.Π.Θ. και κυρίως τους συντρόφους και συνφοιτητές Γιάννη Βάκουλη, Βασίλη Καραμανάβη, Θανάση Νίτσο και Γιάννη Αντωνιάδη οι οποίοι με βοήθησαν στην συμμετοχή μου στην ομάδα με διάφορους τρόπους.

	Σελίδα
Κεφάλαιο 1: Σχετικά με τους υπερκαινοφανείς και τα υπολείμματα υπερκαινοφανών	1
1.1 Ταξινόμηση υπερκαινοφανών	1
1.2 Υπολείμματα υπερκαινοφανών (ΥΥΚΦ)	4
1.3 Απαγορευμένες γραμμές	6
1.4 Γραμμές εκπομπής από υπερκαινοφανείς αστέρες	7
1.5 Παρατηρημένη οπτικά γαλαξιακά ΥΥΚΦ	9
1.6 Εισαγωγή και διαδικασία παρατήρησης των ΥΥΚΦ	11
1.7 Παρατήρηση της ΟΙΙ γραμμής εκπομπής των ΥΥΚΦ	12
Κεφάλαιο 2: Παρατηρήσεις, εξοπλισμός και επεξεργασία δεδομένων	13
2.1 Εξοπλισμός	13
2.1.1 Τα τηλεσκόπια	13
2.1.2 Οι κάμερες	14
2.1.3 Υπολογισμός του πεδίου	16
2.1.4 Τα φίλτρα	17
2.2 Παρατηρήσεις	19
2.2.1 Τοποθεσία παρατηρήσεων	19
2.2.2 Λογισμικό καταγραφής δεδομένων	20
2.2.3 Οι στόχοι	20
2.2.4 Βιβλίο παρατηρήσεων	23
2.3 Επεξεργασία δεδομένων	24
2.3.1 Εισαγωγή	24
2.3.2 Βασική επεξεργασία δεδομένων CCD	24
2.3.3 Λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων	28
2.3.4 Αφαίρεση συνεχούς	29
Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα	30
G74.0-8.5 –Cygnus Loop	32
G82.2+5.3	34
G93.7-0.2	36
Βιβλιογραφία	38

Λίστα Εικόνων

		Σελίδα
1.1	Οι καμπύλες φωτός υπερκαινοφανών Τύπου 1 και Τύπου 2.	1
1.2	Το πολύ γνωστό κελυφοειδές λαμπρό ΥΥΚΦ Κασσιόπης Α.	5
1.3	Το πολύ γνωστό ΥΥΚΦ νεφέλωμα του Κάβουρα.	6
1.4	Το φάσμα του ΥΥΚΦ Κασσιόπης Α.	8
1.5	Φάσμα του ΥΥΚΦ 0102-72.3 (ευρισκόμενο στο μικρό μαγγελανικό νέφος).	8
1.6	G82.2+ 5.3 παρατηρημένο σε λευκό φως.	11
2.1	Σχέδιο Epsilon 180 ED.	13
2.2	Διάγραμμα κουκκίδων Epsilon 180 ED.	14
2.3	Κάμερα Imaging Source DMK 21.	14
2.4	Κάμερα FLI Pro line 63603E	16
2.5	[O III] διάγραμμα διαπερατότητας φίλτρων δοσμένο από τον κατασκευαστή.	17
2.6	Stromgren γ διάγραμμα διαπερατότητας φίλτρων δοσμένο από τον κατασκευαστή.	18
2.7	Χάρτης φωτορύπανσης της Ελλάδος.	19
2.8	Καταγεγραμμένο από το προαναφερθέν σύστημα καρέ bias.	25
2.9	Καταγεγραμμένο από το προαναφερθέν σύστημα καρέ dark.	26
2.10	Καταγεγραμμένο από το προαναφερθέν σύστημα καρέ flat.	27
2.11	Παράδειγμα αφαίρεσης συνεχούς.	30
G74.0-8.5		32
G82.2+5.3		34
G93.7-0.2		36

Λίστα πινάκων

		Σελίδα
1.1	Ταξινόμηση υπερκαινοφανών	1
1.2	Οπτικά πατηρημένα γαλαξιακά ΥΥΚΦ	9
2.1	Χαρακτηριστικά Takahashi Epsilon 180ED	13
2.2	Χαρακτηριστικά Fingerlakes Pro Line 6303E	15
2.3	Φίλτρα	17
2.4	Αστρονομικό Παρατηρητήριο Χολομώντα	19
2.5	Βιβλίο Παρατηρήσεων	23

Κεφάλαιο 1: Σχετικά με τους υπερκαινοφανείς και τα υπολείμματα υπερκαινοφανών

1.1 Ταξινόμηση Υπερκαινοφανών

Οι καινοφανείς και υπερκαινοφανείς αστέρες ανήκουν στην κατηγορία των καταστροφικών μεταβλητών, με κύριο χαρακτηριστικό την ταχεία (σε ώρες ή ημέρες) αύξηση της λαμπρότητάς τους, μερικές φορές πάνω από δέκα τάξεις μεγέθους. Η αρχική ταξινόμηση των αντικειμένων βασισμένη σε παρατηρησιακά δεδομένα φαίνεται στον πίνακα 1.1.

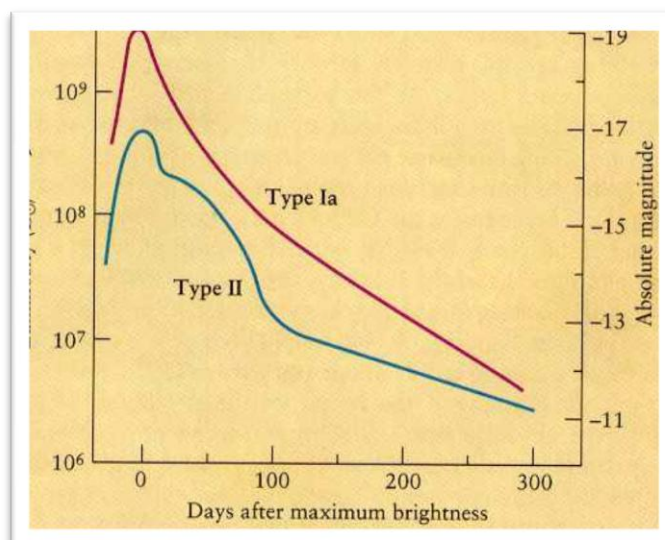
Τύπος	Μέγεθος min	ΔM	Log (E) (ergs)	Περίοδος	Γραμμές Υδρογόνου	Τυπικός Αντιπρόσωπος
SN I	-19	>20	51	-	No	Tycho
SN II	-17	?	50	-	Yes	Cas A, 1987A
Novae	-10 <M< -5	10	44	100 years	-	Nova Persei
Dwarf Novae	-	5	38	100 days	-	U Gemini-norum

Πίνακας 1.1

Οι θεωρίες που προτάθηκαν για να εξηγήσουν τους καινοφανείς και υπερκαινοφανείς μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες.

A) Σε αυτές που αναφέρονται στην εξέλιξη μοναχικών αστέρων με μεγάλη μάζα (**Υπερκαινοφανείς τύπου II**) και

B) Σε αυτές που αναφέρονται στην εξέλιξη διπλών αστρικών συστημάτων μεσαίας μάζας (**Υπερκαινοφανείς και Καινοφανείς τύπου I**)

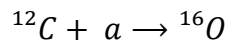
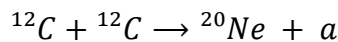
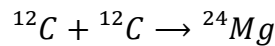


Εικόνα 1.1 Οι καμπύλες φωτός τύπου I και II σε σχέση με τον χρόνο.

Υπερκαινοφανείς τύπου II

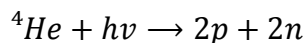
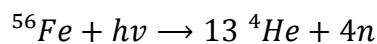
Η καταστροφική κατάρρευση του πυρήνα σιδήρου του άστρου, η δημιουργία κρουστικού κύματος και η επακολουθούμενη συμπίεση του κελύφους, πιστεύεται ότι είναι ο μηχανισμός που δημιουργεί έναν τύπου II υπερκαινοφανή. Παρατηρησιακά οι τύπου II υπερκαινοφανείς χαρακτηρίζονται από μία ταχεία αύξηση της λαμπρότητας φτάνοντας μια οριακή τιμή απόλυτου βολομετρικού μεγέθους ως και -18, ακολουθούμενη από μια σταθερή μείωση, με πτώση 6 – 8 μεγέθη ανά έτος. Το φάσμα τους εμπεριέχει γραμμές σχετιζόμενες με υδρογόνο και βαρύτερα στοιχεία.

Μοναχικά αστέρια με μάζα $M > 5M_{\odot}$ θα τελειώσουν τη ζωή τους με μια έκρηξη υπερκαινοφανούς τύπου 2. Για αστέρια που η μάζα τους είναι ανάμεσα σε $5M_{\odot} < M < 10M_{\odot}$ η μάζα του ανενεργού πυρήνα άνθρακα είναι επαρκής ώστε να φτάσει τις υψηλές θερμοκρασίες που χρειάζονται ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία σύντηξης άνθρακα.



Το αποτέλεσμα είναι ένας υπερκαινοφανής τύπου 2 και η δημιουργία ενός αστέρα νετρονίου ή ακόμα και η πλήρης διάλυση του πυρήνα.

Αστέρια των οποίων η μάζα υπερβαίνει τις δέκα ηλιακές μάζες $M > 10M_{\odot}$ θα τελειώσουν επίσης τη ζωή τους με μια έκρηξη υπερκαινοφανούς τύπου 2. Ένα τέτοιο αστέρι έχει χρησιμοποιήσει όλα τα διαθέσιμα πυρηνικά καύσιμά του και έχει δημιουργήσει έναν πυρήνα σιδήρου. Τότε αρχίζει να καταρρέει εφόσον δεν υπάρχει κάποια εσωτερική δύναμη που μπορεί να αντισταθμίσει την βαρυτική πίεση. Η μάζα του πυρήνα υπερβαίνει το όριο Chandrasekhar και έτσι η κατάρρευση δεν θα σταματήσει ούτε με τη δημιουργία ενός λευκού νάνου και θα συνεχίσει μέχρι ο πυρήνας να φτάσει σε κατάσταση υψηλότερης πυκνότητας. Η αδιαβατική συμπίεση του πυρήνα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας, που οδηγεί στη φωτοδιάσπαση σύμφωνα με τις παρακάτω αντιδράσεις.



Αυτές οι αντιδράσεις απορροφούν ενέργεια, σταματούν την αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης του πυρήνα και επιταχύνουν την κατάρρευση. Σ' αυτό το σημείο υπάρχουν δύο δυνατές λύσεις.

A) Η αρχική αστρική μάζα είναι άνω των 25 ηλιακών μαζών $M > 25M_{\odot}$. Σ' αυτή την περίπτωση η βαρυτική πίεση είναι πάντα μεγαλύτερη της εσωτερικής και τίποτα δεν μπορεί να σταματήσει την κατάρρευση. Το άστρο καταρρέει σε μια μαύρη τρύπα.

B) Η αρχική αστρική μάζα είναι περίπου 10 ηλιακές μάζες $M \approx 10M_{\odot}$. Σ' αυτή την περίπτωση η μεγέθυνση της πίεσης δεν μπορεί να συνεχίζεται δια παντός και φτάνει σε ένα σημείο όπου η εσωτερική πίεση υπερβαίνει την βαρυτική και τα εξωτερικά στρώματα του άστρου αναπηδούν και εκτείνονται με υπερηχητική ταχύτητα. Κατά τη διάρκεια της διαστολής αυτής ένα κρουστικό κύμα δημιουργείται το οποίο θερμαίνει και στέλνει προς τα έξω τα εξωτερικά στρώματα που μέχρι αυτή τη στιγμή συνέχιζαν να καταρρέουν. Συγχρόνως υπάρχει μια μεγάλη επάρκεια από νετρόνια, τα οποία απορροφούνται από στοιχεία με μέσο ατομικό αριθμό και δημιουργούν βαρύτερα στοιχεία τα οποία δεν μπορούν να δημιουργηθούν σε εξωθερμικές πυρηνικές αντιδράσεις. Πιστεύεται ότι το κεντρικό τμήμα του αρχικού πυρήνα συνήθως σταθεροποιείται σε κατάσταση αστέρα νετρονίων.

Πρέπει να αναφερθεί ότι ο φυσικός μηχανισμός των εκρήξεων υπερκαινοφανών και το όριο μάζας πέραν του οποίου ένα αστέρι οδηγείται στην δημιουργία μιας μαύρης τρύπας δεν είναι πλήρως γνωστό.

Καινοφανείς και τύπου I υπερκαινοφανείς

Σύμφωνα με το πιο αποδεκτό σενάριο, οι καινοφανείς προέρχονται από την εξέλιξη διπλών αστρικών συστημάτων. Σε ένα διπλό αστρικό σύστημα με αστέρια 1 και 2 με μάζες $M_1 > M_2$, το άστρο 1 είναι το πρώτο που θα αφήσει την κύρια ακολουθία και εξελίσσεται σε έναν ερυθρό γίγαντα. Αν η απόσταση μεταξύ των δύο αστερών είναι αρκετά μικρή, μάζα από το εξωτερικό στρώμα του αστέρα 1 μεταφέρεται στον λοβό Roche και από εκεί προς το άστρο 2. Όταν η διαδικασία αυτή ολοκληρωθεί το άστρο 1 έχει απογυμνωθεί και έχει μείνει σε αυτό μόνο ο αρχικός του πυρήνας ο οποίος συνήθως μετατρέπεται σε έναν Λευκό Νάνο $M \approx 1M_{\odot}$. Το άστρο 2 έχει γίνει αρκετά μεγαλύτερο και ξεκινά να εξελίσσεται σε έναν ερυθρό γίγαντα. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας το άστρο 2 γεμίζει τον δικό του λοβό Roche και ξεκινά η αντίθετη διαδικασία μεταφοράς μάζας από το άστρο 2 στο άστρο 1.

Όταν η μάζα της ύλης που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα του θερμού λευκού νάνου υπερβαίνει ένα κρίσιμο σημείο, η πίεση και η θερμοκρασία στην βάση της ατμόσφαιρας επιτρέπει την μετατροπή του υδρογόνου σε ήλιο. Αυτή η αντίδραση συμβαίνει άμεσα και η ενέργεια απελευθερώνεται στη μορφή μιας μεγάλης έκρηξης. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο όλοι οι καινοφανείς είναι διπλοί και διαδοχικά επαναλαμβανόμενοι.

Για τους υπερκαινοφανείς τύπου I η θεωρία με την μεγαλύτερη αποδοχή είναι παραπλήσια αυτής της δημιουργίας των καινοφανών, με την διαφορά ότι υπάρχει ένα διπλό αστρικό σύστημα εκ των οποίων το ένα μέλος είναι ένας Λευκός Νάνος Άνθρακα – Οξυγόνου. Η διαδικασία συνεχίζεται παραπλήσια με το σενάριο των καινοφανών αλλά εδώ η μάζα του Λευκού Νάνου υπερβαίνει το όριο Chandrasekhar και η μετατροπή οξυγόνου σε ήλιο συμβαίνει εξαιρετικά ταχέα ($\sim 1s$). Η παραγόμενη ενέργεια θερμαίνει και εκτινάσσει τα εξωτερικά στρώματα του άστρου στον κενό χώρο. Αυτού του είδους η έκρηξη καταστρέφει το σύστημα και είναι τόσο ισχυρή που δεν αφήνει πίσω του κάποιο συμπαγές αστρικό αντικείμενο.

1.2 Υπολείμματα Υπερκαινοφανών (ΥΥΚΦ)

Τα απομεινάρια μιας έκρηξης υπερκαινοφανούς είναι αυτό που αποκαλούμε υπόλειμμα υπερκαινοφανούς. Τα ΥΥΚΦ είναι εξαιρετικά σημαντικά στην κατανόησή μας για το σύμπαν καθώς επιτελούν πολύ σημαντικές λειτουργίες. Θερμαίνουν την διαστρική ύλη, διανέμουν τα βαρέα στοιχεία μέσα στο γαλαξία και επιταχύνουν κοσμικές ακτίνες. Μπορούμε να διαχωρίσουμε τη ζωή ενός ΥΥΚΦ σε τρία βασικά στάδια.

Στην πρώτη φάση, ελεύθερη διαστολή. Το μπροστινό μέρος της διαστολής σχηματίζεται από το κρουστικό κύμα που αλληλεπιδρά με την ύλη που βρίσκεται στο διαστρικό χώρο. Αυτή η φάση χαρακτηρίζεται από σταθερή θερμοκρασία μέσα στο ΥΥΚΦ και σταθερή ταχύτητα διαστολής τους κελύφους. Διαρκεί περίπου 200 χρόνια.

Κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης γνωστή ως φάση Sedon ή αδιαβατική φάση, η ύλη του ΥΥΚΦ ξεκινά με αργό ρυθμό να επιβραδύνεται με ρυθμό $\sim r^{-3/2}$ και να ψύχεται με ρυθμό $\sim r^{-3}$ (όπου r η ακτίνα του ΥΥΚΦ). Σ' αυτή τη φάση, το κυρίως κέλυφος του ΥΥΚΦ είναι ασταθές κατά Rayleigh – Taylor και το εκτινασόμενο ΥΥΚΦ αναμειγνύεται με το αέριο που είχε προηγουμένως συμπιεστεί από το αρχικό κρουστικό κύμα. Αυτή η μίξη εκκινεί την ύπαρξη μαγνητικού πεδίου μέσα στο κέλυφος του ΥΥΚΦ. Αυτή η φάση διαρκεί 10.000 με 20.000 χρόνια.

Η τρίτη φάση γνωστή ως φάση ακτινοβολίας, ξεκινά αφού το κέλυφος έχει ψυχθεί κάτω από 10^6 K. Σ' αυτή τη φάση ηλεκτρόνια ξεκινούν να απορροφούνται από βαρύτερα άτομα και το κέλυφος μπορεί με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα να ακτινοβολεί την ενέργειά του. Αυτό στη συνέχεια ψύχει το κέλυφος γρηγορότερα κάνοντάς το να συρρικνωθεί και να γίνει πυκνότερο. Όσο περισσότερο το κέλυφος ψύχεται τόσο περισσότερο τα άτομα μπορούν να απορροφούν ηλεκτρόνια δημιουργώντας ένα φαινόμενο χιονοστιβάδας. Λόγω του φαινομένου αυτού, το ΥΥΚΦ γρήγορα δημιουργεί ένα λεπτό κέλυφος και εκπέμπει το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς του ως οπτικό φως. Η ταχύτητα τώρα μειώνεται κατά $\sim r^{-3}$. Η εξωτερική διαστολή σταματά και το ΥΥΚΦ ξεκινά να καταρρέει υπό την επήρεια της δικής του βαρύτητας. Η διαδικασία αυτή διαρκεί μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια. Έπειτα από εκατομμύρια χρόνια το ΥΥΚΦ θα γίνει ένα με την ύλη του διαστρικού χώρου λόγω των ασταθειών Rayleigh – Taylor μεταφέροντας υλικό από εξωτερικό κέλυφος του ΥΥΚΦ.

Τα ΥΥΚΦ μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες, τύπου κελύφους, τύπου καβουριού και συνδυαστικού τύπου.

A) ΥΥΚΦ τύπου κελύφους.

Καθώς το κρουστικό κύμα από την έκρηξη υπερκαινοφανούς κινείται στο διάστημα, θερμαίνει και ανακινεί την ύλη του διαστρικού χώρου που συναντά, παράγοντας ένα μεγάλο κέλυφος θερμού υλικού. Βλέπουμε μια δακτυλιοειδή δομή σ' αυτού του τύπου τους ΥΥΚΦ γιατί παρατηρώντας τους στην ευθεία παρατήρησης υπάρχει περισσότερο υλικό στα άκρα παρά στο μέσον του κελύφους.

B) ΥΥΚΦ τύπου καβουριού.

Αυτοί οι ΥΥΚΦ (που επίσης αποκαλούνται και ΥΥΚΦ Pulsar) φαίνονται περισσότερο σαν μια φούσκα παρά σαν ένας δακτύλιος σε αντίθεση με τα τύπου κελύφους ΥΥΚΦ. Οι ΥΥΚΦ αυτοί είναι γεμάτοι από ηλεκτρόνια υψηλής ενέργειας που προέρχονται από έναν Pulsar στο κέντρο. Τα ηλεκτρόνια αυτά αλληλεπιδρούν με το μαγνητικό πεδίο και μέσω ακτινοβολίας Σύγχροτρον και εκπέμπουν ακτινοβολία

X, οπτικό φως και ραδιοκύματα. Το πιο γνωστό αυτών είναι το Νεφέλωμα του Καβουριού απ' όπου έχουν χαρακτηριστεί όλα τα ΥΥΚΦ τύπου καβουριού.

Γ) Συνδυαστικού τύπου ΥΥΚΦ.

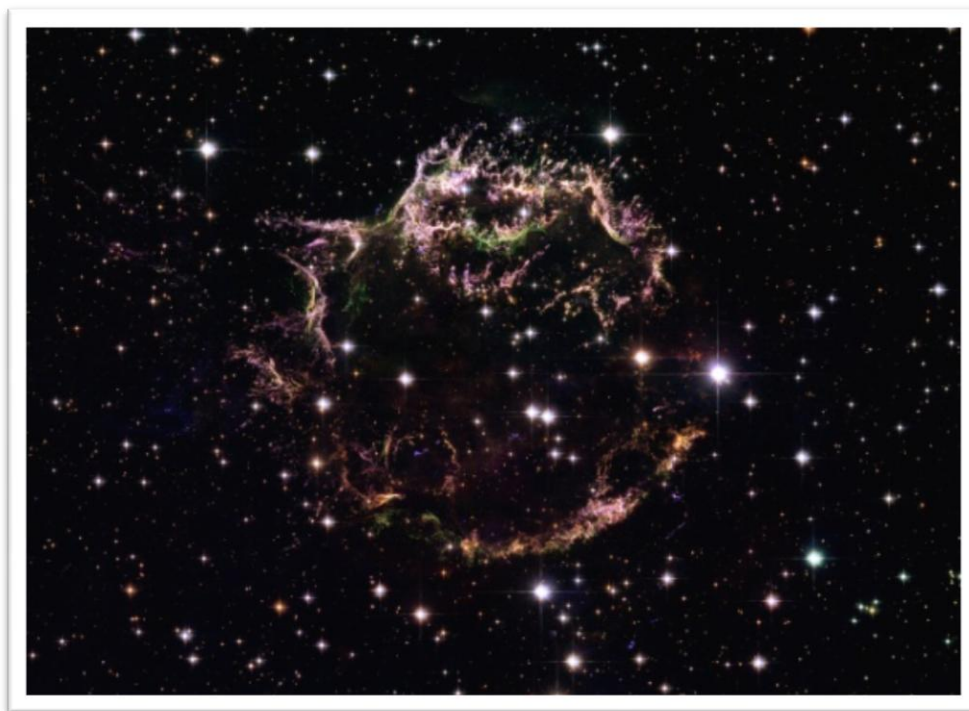
Αυτά τα υπολείμματα είναι ένας συνδυασμός ανάμεσα σε τύπου κελύφους και τύπου καβουριού ΥΥΚΦ. Έχουν την εμφάνιση του ενός ή του άλλου τύπου και των δύο αναλόγως με το τμήμα του ηλεκτρονικού φάσματος στο οποίο παρατηρούνται. Υπάρχουν δύο τύποι συνδυαστικών ΥΥΚΦ, Θερμικών και Πληριονικών.

Θερμικά Συνδυαστικά ΥΥΚΦ

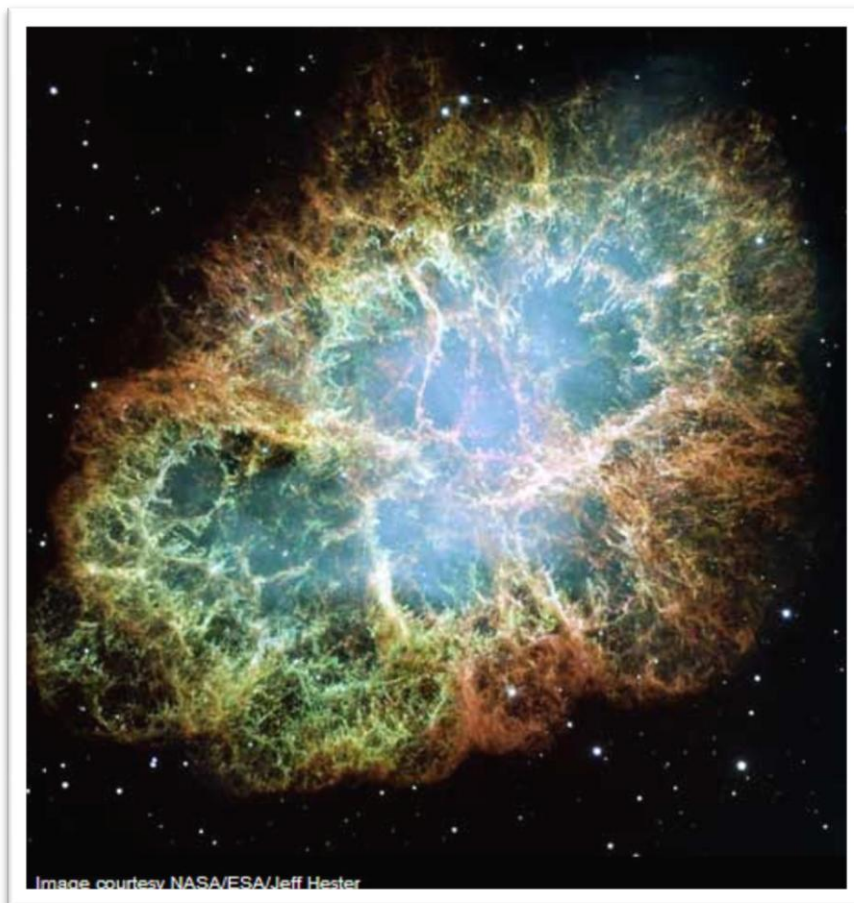
Αυτά τα ΥΥΚΦ φαίνονται ως τύπου κελύφους στα ραδιοκύματα (ακτινοβολίας Σύγχροτρον). Παρόλα αυτά στις ακτίνες X εμφανίζονται ως τύπου καβουριού αλλά εν αντιθέσει με τα πραγματικά ΥΥΚΦ τύπου καβουριού το φάσμα τους στις ακτίνες X εμφανίζει γραμμική εκπομπή που είναι ένδειξη θερμού αερίου.

Πληριονικά Συνδυαστικά ΥΥΚΦ

Αυτά τα ΥΥΚΦ εμφανίζονται ως τύπου καβουριού στα ραδιοκύματα αλλά και στις ακτίνες X παρόλα αυτά έχουν κελύφη. Το φάσμα τους στις ακτίνες X δεν εμφανίζει γραμμές στο κέντρο του ΥΥΚΦ αλλά εμφανίζει γραμμές κοντά στα όρια του κελύφους.



Εικόνα 1.2 Το πολύ γνωστό κελυφοειδές λαμπρό ΥΥΚΦ Κασσιόπης Α.



Εικόνα 1.3 Το πολύ γνωστό ΥΚΦ νεφέλωμα του Κάβουρα.

1.3 Απαγορευμένες γραμμές

Απαγορευμένες γραμμές αποκαλούνται οι γραμμές του φάσματος που εκπέμπονται από άτομα που βρίσκονται σε κατάσταση μεταβολής ενέργειας που δεν θα επιτρεπόταν φυσιολογικά από τους κανόνες επιλογής της κβαντομηχανικής. Παρότι οι μεταβάσεις αυτές είναι «απαγορευμένες» υπάρχει μια μικρή πιθανότητα να συμβούν στιγμιαία. Τα ηλεκτρόνια των ατόμων αυτών που βρίσκονται σε ανώτερες στάθμες κάνουν τις «απαγορευμένες» αυτές μεταβάσεις ανα μονάδες χρόνου. Οι μεταβάσεις αυτές συμβαίνουν σε χρόνους της τάξης των millisecond που είναι μεγάλο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με τα microsecond που είναι για τις επιτρεπτές μεταβάσεις.

Οι απαγορευμένες γραμμές εκπομπής έχουν παρατηρηθεί μόνο σε εξαιρετικά χαμηλής πυκνότητας πλάσμα και αέρια, είτε στο διάστημα ή στην ανώτερη ατμόσφαιρα της γης. Ακόμα και το καλύτερο εργαστηριακό κενό πάνω στη γη είναι πολύ πυκνό για να επιτραπούν να δημιουργηθούν απαγορευμένες γραμμές εκπομπής. Παρόλα αυτά στο περιβάλλον του διαστήματος η πυκνότητα μπορεί να είναι κάποια άτομα ανά κυβικό εκατοστό κάνοντας τις ατομικές συγκρούσεις απίθανες. Κάτω από αυτές τις συνθήκες όταν ένα άτομο βρεθεί σε ανώτερη κατάσταση είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα επανέλθει στην αρχική του κατάσταση εκπέμποντας ένα φωτόνιο απαγορευμένης γραμμής. Εφόσον οι μετα-σταθερές αυτές καταστάσεις είναι αρκετά συχνές οι απαγορευμένες μεταβάσεις μετρούν ένα σημαντικό ποσοστό του συνόλου

των φωτονίων που εκπέμπονται από τα εξαιρετικά χαμηλής πυκνότητας αέρια στο διάστημα.

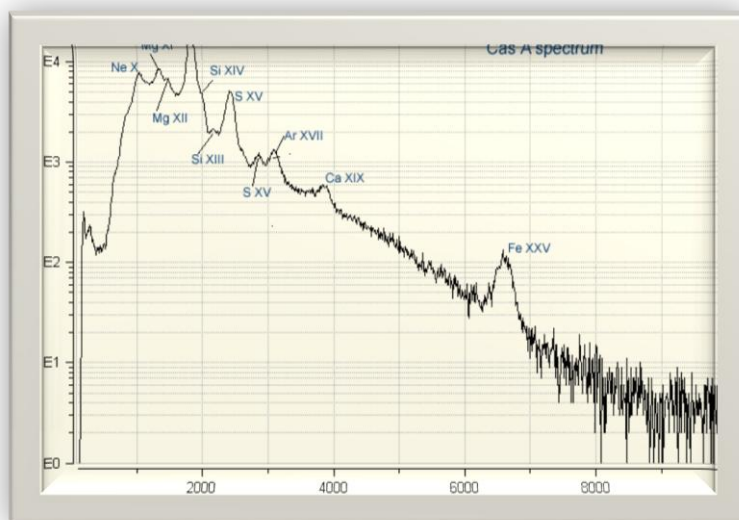
Οι απαγορευμένες γραμμές σημειώνονται τοποθετώντας αγκύλες στα ατομικά ή μοριακά στοιχεία των εκπομπών αυτών π.χ $[O_{II}]$, $[O_{III}]$, $[S_{II}]$. Οι απαγορευμένες γραμμές των Αζώτο ($[N_{II}]$ στα 654.8 και 658.4 nm, Θείο ($[S_{II}]$ στα 671.6 και 673.1 nm) και Οξυγόνου ($[O_{II}]$ στα 372.7 nm, και $[O_{III}]$ στα 495.9 και 500.7 nm) είναι συχνά παρατηρούμενες στο διαστημικό πλάσμα. Αυτές οι γραμμές είναι πολύ σημαντικές για την ενεργειακή ισορροπία αντικειμένων όπως πλανητικά νεφελώματα, ΗΠ περιοχές και ΥΥΚΦ. Επίσης η απαγορευμένη γραμμή των 21 cm γραμμή υδρογόνου είναι με διαφορά η πιο σημαντική για την ραδιοαστρονομία καθώς δίνει τη δυνατότητα να παρατηρηθεί πολύ ψυχρό ουδέτερο υδρογόνο.

1.4 Γραμμές εκπομπής των Υπολειμμάτων Υπερκαινοφανών

Αυτή τη στιγμή υπάρχουν περίπου 270 γαλαξιακά ΥΥΚΦ που έχουν παρατηρηθεί, κυρίως στα ραδιοκύματα και περιγράφονται στον κατάλογο του David Green. Τα περισσότερα αυτών πιστεύεται ότι είναι σχετικά παλιά και βρίσκονται είτε στην αδιαβατική φάση είτε στην φάση ακτινοβολίας της εξελικτικής τους πορείας. Τέτοια υπολείμματα έχουν ηλικίες μεγαλύτερες των 10^3 και ακτίνες μεγαλύτερες των ~ 5 pc και γενικά έχουν μια χαρακτηριστική κελυφοειδή δομή και μη θερμική ακτινοβολία ραδιοκυμάτων.

Περίπου 60 ΥΥΚΦ έχουν γνωστή οπτική ακτινοβολία που σχετίζεται με την θερμική ακτινοβολία ραδιοκυμάτων (Van den Bergh 1983). Για παλιά υπολείμματα αυτή η οπτική ακτινοβολία προέρχεται από την ψύξη της ύλης του διαστρικού χώρου που συγκρούεται με το κρουστικό κύμα του ΥΥΚΦ καθώς το κύμα αυτό διαστέλλεται μέσα στον διαστρικό χώρο. Το φάσμα ινών εξελιγμένων ΥΥΚΦ στο πεδίο 3500-7000 Å δείχνει δυνατές γραμμές από H, $[O_{II}]$, $[O_{III}]$, $[S_{II}]$, και $[N_{II}]$ με αμυδρότερες γραμμές των He_I , He_{II} $[O_I]$, $[N_I]$, $[N_{III}]$, $[Fe_{II}]$, $[Fe_{III}]$, $[Ca_{II}]$ και $[Ar_{III}]$. Σε αντίθεση με τα νεαρά υπολείμματα όπως το A της Κασσιόπης και το Νεφέλωμα του Καβουριού, όπου υπάρχει εμπλουτισμός στοιχείων από τα εκτινασσόμενα στοιχεία του υπερκαινοφανούς, τα παλαιότερα ΥΥΚΦ δείχνουν να αντανακλούν τις περιεκτικότητες στοιχείων του διαστρικού μέσου (Raymond 1983).

Μια μελέτη σε μεγάλο εύρος φάσματος είναι αναγκαία για να αναγνωρίσει μια πηγή ως ΥΥΚΦ, μιας και παρατηρήσεις σε ένα συγκεκριμένο φασματικό παράθυρο δεν μπορούν να διαχωρίσουν όλους τους τύπους των ΥΥΚΦ. Οι τρεις μπάντες που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τις μελέτες των ΥΥΚΦ είναι οι ακτίνες X, τα οπτικά και τα ραδιοκύματα. Ένα ΥΥΚΦ μπορεί να είναι πηγή σε κάθε μία από αυτές τις μπάντες αλλά για διαφορετικούς λόγους. Το κρουστικό μέτωπο του διαστελλόμενου ΥΥΚΦ θερμαίνει το διαστρικό μέσο σε θερμοκρασίες της τάξης των $10^6 - 10^7 K$, παράγοντας ακτινοβολία X, καθώς ηλεκτρόνια στροβιλίζονται στο μαγνητικό πεδίο του ΥΥΚΦ παράγουν ακτινοβολία σύγχροτρον σε ραδιοφωνικά μήκη κύματος (e.g., Duric et al. 1995). Ένα ΥΥΚΦ μπορεί επίσης να παρατηρηθεί στα οπτικά μήκη κύματος από συγκρουόμενα ιονισμένα στοιχεία όπως $[N_{II}]$, $[O_{III}]$, $[S_{II}]$, και επίσης από τις ζώνες επανασύνδεσης Ha. Ο βαθμός που ένα ΥΥΚΦ προκύπτει ως μια πηγή ακτίνων X, ραδιοκυμάτων ή οπτικών γραμμών φωτός και η σχετική ένταση κάθε μιας από αυτών το πιθανότερο είναι ότι έχει να κάνει με ένα παράγοντα του περιβάλλοντος και του εξελικτικού σταδίου του ΥΥΚΦ. Οι λεπτομέρειες εντούτοις δεν είναι ακόμα πλήρως κατανοητές.



Εικόνα 1.4 Το φάσμα του ΥΓΚΦ Κασσιόπης Α.

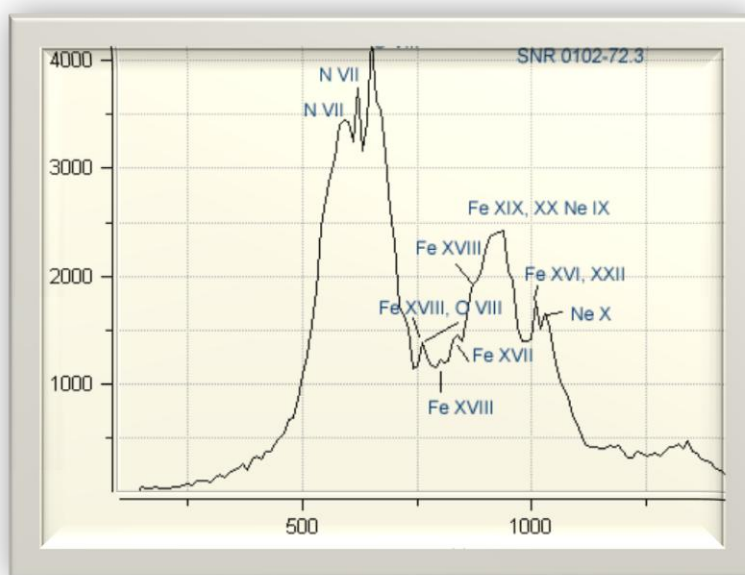


Figure 1.5 SNR 0102-72.3 (Located in Small Magellanic Cloud) Spectrum.

1.5 Οπτικά παρατηρημένα γαλαξιακά ΥΥΚΦ

Μέχρι αυτή τη στιγμή περίπου 60 γαλαξιακά ΥΥΚΦ που έχουν μελετηθεί παρουσιάζουν εκπομπή στα οπτικά μήκη κύματος. Αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΥΥΚΦ (Άλλα Ονόματα)	RA	Dec
G4.5+6.8	17 ^h 30 ^m 42 ^s	-21°29'
G5.4-1.2 (Milne 56)	18 ^h 02 ^m 10 ^s	-24°54'
G6.4-0.1	18 ^h 00 ^m 30 ^s	-23°26'
G13.3-1.3	18 ^h 19 ^m 20 ^s	-18°00'
G15.1-1.6	18 ^h 24 ^m 00 ^s	-16°34'
G17.4-2.3	18 ^h 30 ^m 55 ^s	-14°52'
G31.5-0.6	18 ^h 51 ^m 10 ^s	-01°31'
G34.7-0.4 (W44, 3c392)	18 ^h 56 ^m 00 ^s	+01°22'
G39.7-2.0 (W50, SS433)	19 ^h 12 ^m 20 ^s	-04°55'
G49.2-0.7 (W51)	19 ^h 23 ^m 50 ^s	-14°06'
G53.6-2.2 (3C400.2, NRAO 611)	19 ^h 38 ^m 50 ^s	+17°14'
G54.4-0.3 (HC40)	19 ^h 33 ^m 20 ^s	+18°56'
G59.5+0.1	19 ^h 42 ^m 33 ^s	+23°35'
G59.8+1.2	19 ^h 38 ^m 55 ^s	+24°19'
G65.3+5.7	19 ^h 33 ^m 00 ^s	+31°10'
G67.7+1.8	19 ^h 54 ^m 32 ^s	+31°29'
G69.0+2.7	19 ^h 53 ^m 20 ^s	+32°55'
G73.9+0.9	20 ^h 14 ^m 15 ^s	+36°12'
G74.0-8.5 (Cygnus Loop)	20 ^h 13 ^m 00 ^s	+30°40'
G78.2+2.1 (DR4, γ Cygni SNR)	20 ^h 20 ^m 50 ^s	+40°26'
G82.2+5.3 (W63)	20 ^h 19 ^m 00 ^s	+45°30'
G89.0+4.7 (HB61)	20 ^h 45 ^m 00 ^s	+50°35'
G111.7-2.1 (Cassiopeia A)	23 ^h 23 ^m 26 ^s	+50°35'
G114.3+0.3	23 ^h 37 ^m 00 ^s	+61°22'
G116.5+1.1	23 ^h 53 ^m 40 ^s	+63°15'
G116.9+0.2 (CTB 1)	23 ^h 59 ^m 10 ^s	+62°26'
G119.5+10.2 (CTA 1)	00 ^h 06 ^m 40 ^s	+72°45'
G120.1+1.4 (Tycho, 3C10, SN1572)	00 ^h 25 ^m 18 ^s	+64°09'
G129.2+1.6	01 ^h 22 ^m 00 ^s	+64°15'
G127.1+0.5 (R5)	01 ^h 28 ^m 20 ^s	+63°10'
G130.7+3.1 (3C58, SN1181)	02 ^h 05 ^m 41 ^s	+64°49'
G132.7+1.3 (HB3)	02 ^h 17 ^m 40 ^s	+62°45'
G156.2+5.7	04 ^h 58 ^m 40 ^s	+51°50'
G160.9+2.6 (HB9)	05 ^h 01 ^m 00 ^s	+46°40'
G166.0+4.3 (VRO 42.05.01)	05 ^h 26 ^m 30 ^s	+42°56'
G180.0-1.7 (S147)	05 ^h 39 ^m 00 ^s	+27°50'
G184.6-5.8 (Crab Nebulae, 3C144, SN1054)	05 ^h 34 ^m 31 ^s	+22°01'
G189.1+3.0 (IC443, 3C157)	06 ^h 17 ^m 00 ^s	+22°34'

G192.8-1.1 (PKS 0607+17)	06 ^h 09 ^m 20 ^s	+17°20'
G205.5+0.5 (Monoceros Nebulae)	06 ^h 39 ^m 00 ^s	+06°30'
G206.9+2.3 (PKS 0646+06)	06 ^h 48 ^m 40 ^s	+06°26'
G260.4-3.4 (Puppis A, MSH 08-44)	08 ^h 22 ^m 10 ^s	-43°00'
G263.9-3 (Vela)	08 ^h 34 ^m 00 ^s	-45°50'
G266.2-1.2 (RX J0852.0-4622)	08 ^h 52 ^m 00 ^s	-46°20'
G272.2-3	08 ^h 52 ^m 00 ^s	-46°20'
G290.1-0.8	11 ^h 03 ^m 05 ^s	-60°56'
G292.0+1.8 (MSH11-54)	11 ^h 24 ^m 36 ^s	-59°16'
G296.1-0.5	11 ^h 51 ^m 10 ^s	-62°34'
G296.1-0.5	11 ^h 51 ^m 10 ^s	-62°34'
G296.5+10.0 (PKS 12.9-51/52)	12 ^h 09 ^m 40 ^s	-52°25'
G299.2-2.9	12 ^h 15 ^m 13 ^s	-65°30'
G315.1+2.7	14 ^h 24 ^m 30 ^s	-57°50'
G315.4-2.3 (RCW 86, MSH 14-63)	14 ^h 43 ^m 00 ^s	-62°30'
G320.4-1.2 (RCW 89, MSH15-52)	15 ^h 14 ^m 30 ^s	-59°08'
G326.3-1.8 (MSH 15-56)	15 ^h 53 ^m 00 ^s	-56°10'
G327.6+14.6 (SN1006, PKS1459-41)	15 ^h 02 ^m 50 ^s	-41°56'
G332.4-0.4 (RCW 103)	16 ^h 17 ^m 33 ^s	-51°02'
G332.5-5.6	16 ^h 43 ^m 20 ^s	-54°30'
G338.1+0.4	16 ^h 37 ^m 59 ^s	-46°24'
G340.6+0.3	16 ^h 47 ^m 41 ^s	-44°34'
G343.1-2.3 (RCW 114)	17 ^h 25 ^m 00 ^s	-46°30'

Πίνακας 1.2

1.6 Εισαγωγή στη διαδικασία παρατήρησης των ΥΥΚΦ

Η οπτική καταγραφή ενός ΥΥΚΦ είναι μια διαδικασία με πολλές απαιτήσεις. Όλα τα γαλαξιακά ΥΥΚΦ τα οποία είναι γνωστά βρίσκονται μέσα στον γαλαξιακό δίσκο όπου βρίσκεται και το μεγαλύτερο μέρος της γαλαξιακής σκόνης. Το φως που εκπέμπεται από τα συνήθως αμυδρά αυτά αντικείμενα απορροφάται ή διαθλάται από τη γαλαξιακή σκόνη όσο αυτό διανύει τις μεγάλες γαλαξιακές αποστάσεις σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό απ' ό τι το κάνουν τα ραδιοκύματα. Το ελάχιστο αυτό φως το οποίο φτάνει στη Γη για να καταγραφεί χρειάζεται εκθέσεις μεγάλης διάρκειας.

Το ότι τα ΥΥΚΦ βρίσκονται στον γαλαξιακό δίσκο εισάγει ακόμη μια δυσκολία. Συχνά στην ευθεία παρατήρησης παρατηρούμε διάφορα άλλα αντικείμενα (όπως νεφελώματα ή σκόνη) τα οποία πρέπει να αφαιρεθούν ώστε να αποκαλυφθεί αποκλειστικά το ΥΥΚΦ.



Εικόνα 1.6 Η περιοχή του ΥΥΚΦ G82.2+ 5.3 παρατηρημένο σε λευκό φως. Το νεφέλωμα αυτό προβάλλεται στην περιοχή του υπολείματος και πρέπει να αφαιρεθεί προκειμένου να αποκαλυφθεί το ΥΥΚΦ.

1.7 Καταγραφή των γραμμών εκπομπής ΟΙΙ των ΥΥΚΦ

Το διπλά ιονισμένο οξυγόνο είναι μια απαγορευμένη γραμμή του O^{2+} . Είναι πολύ σημαντικό το ότι εκπέμπει φως στο πράσινο κομμάτι του φάσματος πρωτίστως στο μήκος κύματος 500.7 nm και δευτερευόντως 495.9 nm. Επομένως γραμμικά φίλτρα που απομονώνουν τα παραπάνω μήκη κύματος φωτός είναι πολύ χρήσιμα καθώς επιτρέπουν να παρατηρηθούν τα ΥΥΚΦ με μεγαλύτερη αντίθεση σε σχέση με το περιβάλλον.

Κεφάλαιο 2: Παρατηρήσεις, Όργανα και Διαχείριση Δεδομένων

2.1 Όργανα

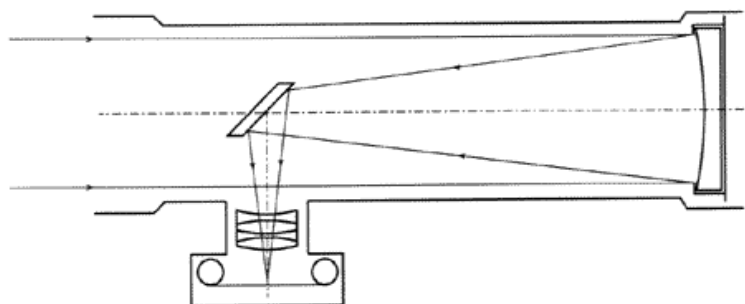
2.1.1 Τα Τηλεσκόπια

Οι παρατηρήσεις έγιναν με τον αστρογράφο *Takahashi Epsilon 180ED* ο οποίος ήταν τοποθετημένος σε στηρίξεις *Orion Atlas EQ-G* και *Celestron CGE Pro*. Ο αστρογράφος *Takahashi Epsilon 180ED* είναι ένα καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο περιέχει ένα υπερβολικό πρωτεύον κάτοπτρο, ένα ελλειπτικό δευτερεύον κάτοπτρο και δύο διορθωτικούς φακούς πεδίου μέσα στον εστιαστή. Το αποτέλεσμα είναι ένα τελείως επίπεδο πεδίο ιδανικό για φωτογραφήσεις μεγάλου πεδίου.

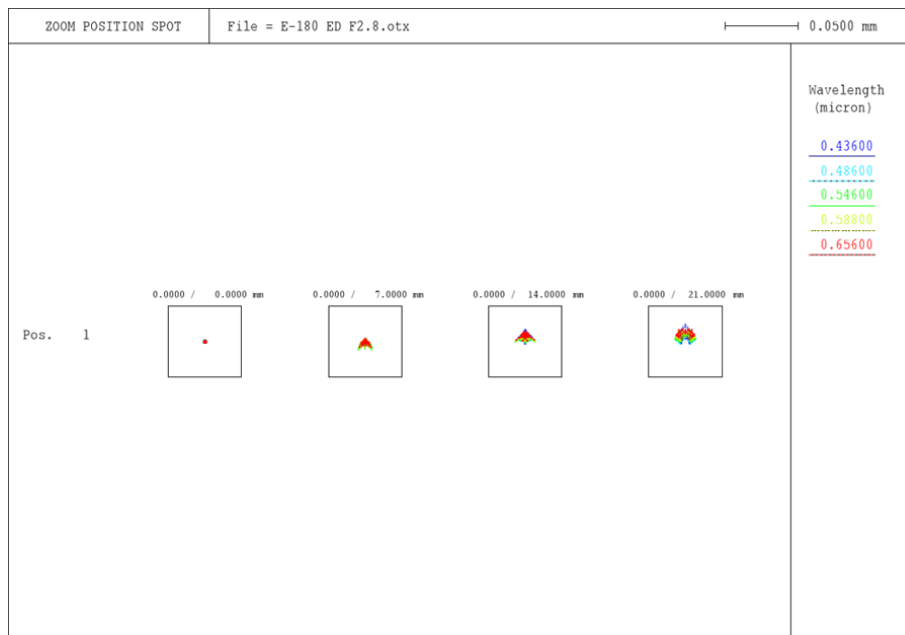
Το βοηθητικό τηλεσκόπιό μας ήταν ένα *Konus Reflector F.L. 500* με διάμετρο 114 mm και $f/4.3$ εστιακό λόγο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την διαδικασία οδήγησης του τηλεσκοπίου.

<i>Χαρακτηριστικά Takahashi Epsilon 180ED</i>	
Οπτικός σχεδιασμός	Καταδιοπτρικό υπερβολικό
Ενεργή Διάμετρος	180mm
Διάμετρος Πρωτεύοντος Κατόπτρου	190mm
Διάμετρος Δευτερεύοντος Κατόπτρου	80mm
Εστιακή απόσταση	500mm
Εστιακός Λόγος	$f/2.8$
Ανάλυση	0.64"
Οριακό Παρατηρούμενο Μέγεθος	13.0
Κύκλος Εικόνας	44mm
Back focus (BFL)	56mm (Απο το τέλος του διορθωτή)

Πίνακας 2.1



Εικόνα 2.1 Σχεδιασμός Takahashi Epsilon 180 ED



Εικόνα 2.2 Διάγραμμα κουκκίδων Epsilon 180 ED.

2.1.2 Οι κάμερες

Η κάμερα Fingerlakes Pro Line 6303E χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή των παρατηρήσεων και η Imaging Source DMK 21 χρησιμοποιήθηκε για τη διαδικασία οδήγησης του τηλεσκοπίου.



Εικόνα 2.3 Κάμερα Imaging Source DMK 21.

<i>Χαρακτηριστικά Fingerlakes Pro Line 6303E</i>	
Sensor	KAF-6303E (Kodak)
Array size	3072 x 2048
Pixel size	9 μm
Typical maximum cooling	70° C Below ambient
Typical download speeds @ 16-bit	1 MHz, 8 MHz (other speeds available)
Typical system noise	9 e- RMS @ 1 MHz
Nonlinearity	<1%
Operating environment	-30° C - 45° C 10% - 90% Relative Humidity
Sensor manufacturer	Kodak
CCD grades available	2
CCD type	Front illuminated
Color/Monochrome	Monochrome
Mega pixels	6.3
Sensor diagonal	33.3 mm
Linear full well	100,000 e-
Typical dark current	<0.005 e-/pixel/sec. @ -45° C
Anti blooming	None
Available shutters (optional)	65 mm
Shutter MTBF	1,000,000
Remote triggering	Standard
Power	12v
Interface	USB 2.0
Gain @ 2 * 2 Binning (Calculated)	2.108
Readout Noise (Calculated)	12.920

Table 2.2



Εικόνα 2.4 Κάμερα FLI Pro line 63603E

2.1.3 Υπολογισμός του πεδίου Παρατήρησης

$$FOV(Arcmin) = \frac{3438 S}{f}$$

$S \equiv$ Διάσταση Αισθητήρα

$f \equiv$ Εστιακή απόσταση = 504mm

$S_a = 3072 \cdot 9 \cdot 10^{-3} mm = 30.942mm$

$S_b = 2048 \cdot 9 \cdot 10^{-3} mm = 18.432mm$

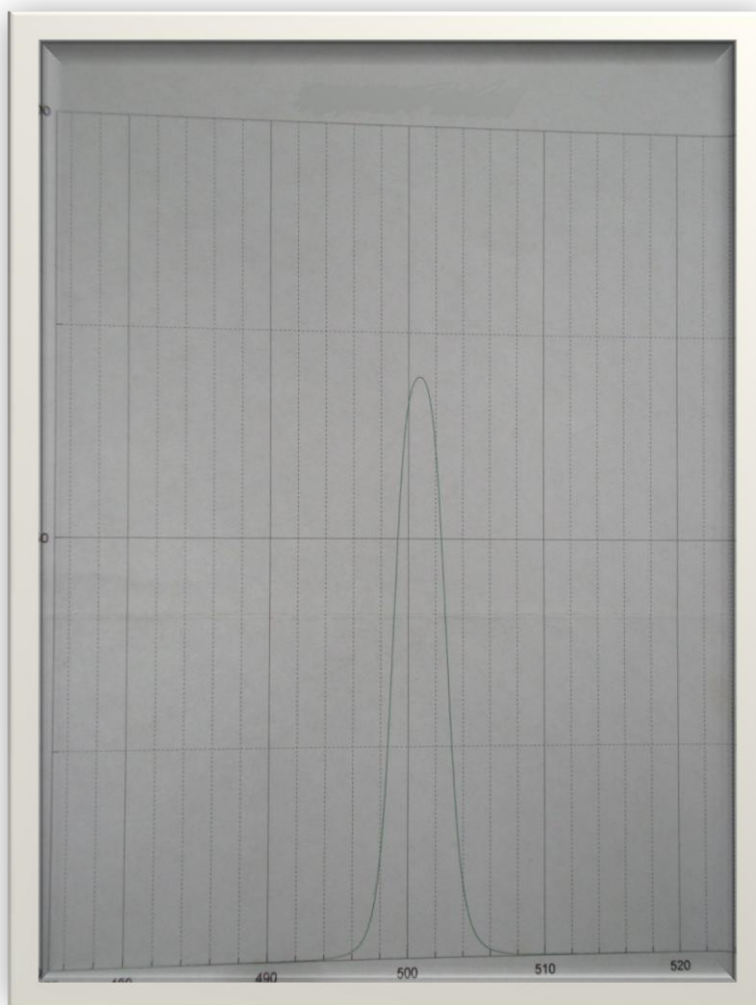
$$\begin{aligned} FOV(Arcmin) &= 0.06139 * 0.03657 \Rightarrow FOV(degrees) \\ &= 3.6835^\circ * 2.1942^\circ \end{aligned}$$

2.1.4 Τα Φίλτρα

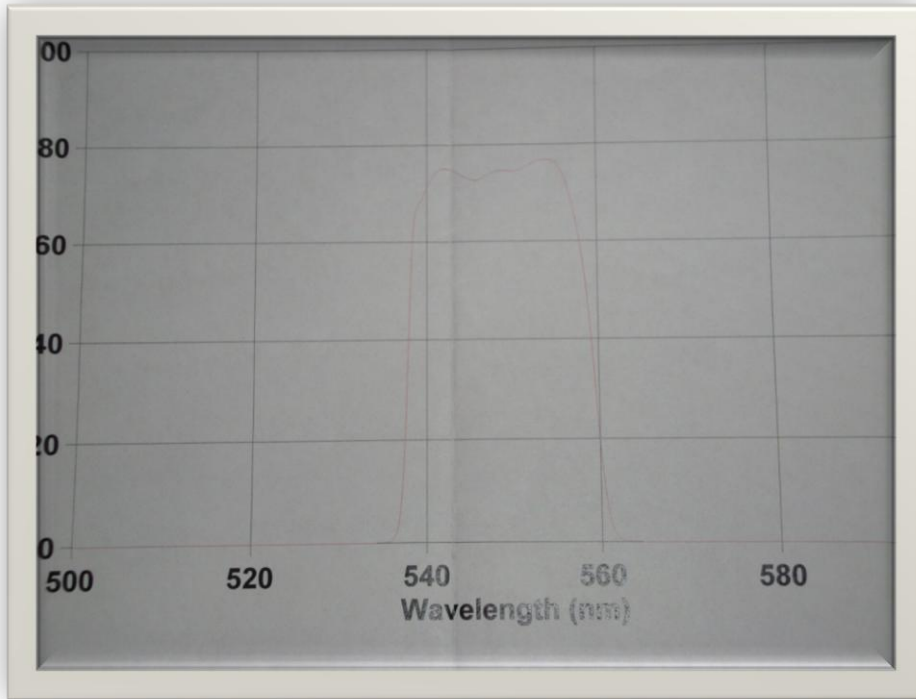
Προκειμένου να καταγραφεί η γραμμή του διπλά ιονισμένου οξυγόνου χρησιμοποιήσαμε δύο συγκεκριμένα φίλτρα. Το βασικό μας φίλτρο είναι ένα στενής μπάντας συμβολομετρικό κεντρωμένο στα 500.7 nm που έχει FWHM εύρους 4 nm και το δεύτερο φίλτρο είναι το *stromgren* γ το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την κατάλληλη αφαίρεση συνεχούς.

Φίλτρο	$[O_{III}]$	<i>stromgren</i> γ
Όριο αρχή	498.7 nm	535 nm
Όριο τέλος	502.7 nm	560 nm
Μέγιστη διαπερατότητα	70%	80%
FWHM	3nm	23nm

Πίνακας 2.3



Εικόνα 2.5 $[O_{III}]$ διάγραμμα διαπερατότητας φίλτρων δοσμένο από τον κατασκευαστή.



Εικόνα 2. Stromgren γ διάγραμμα διαπερατότητας φίλτρων δοσμένο από τον κατασκευαστή.

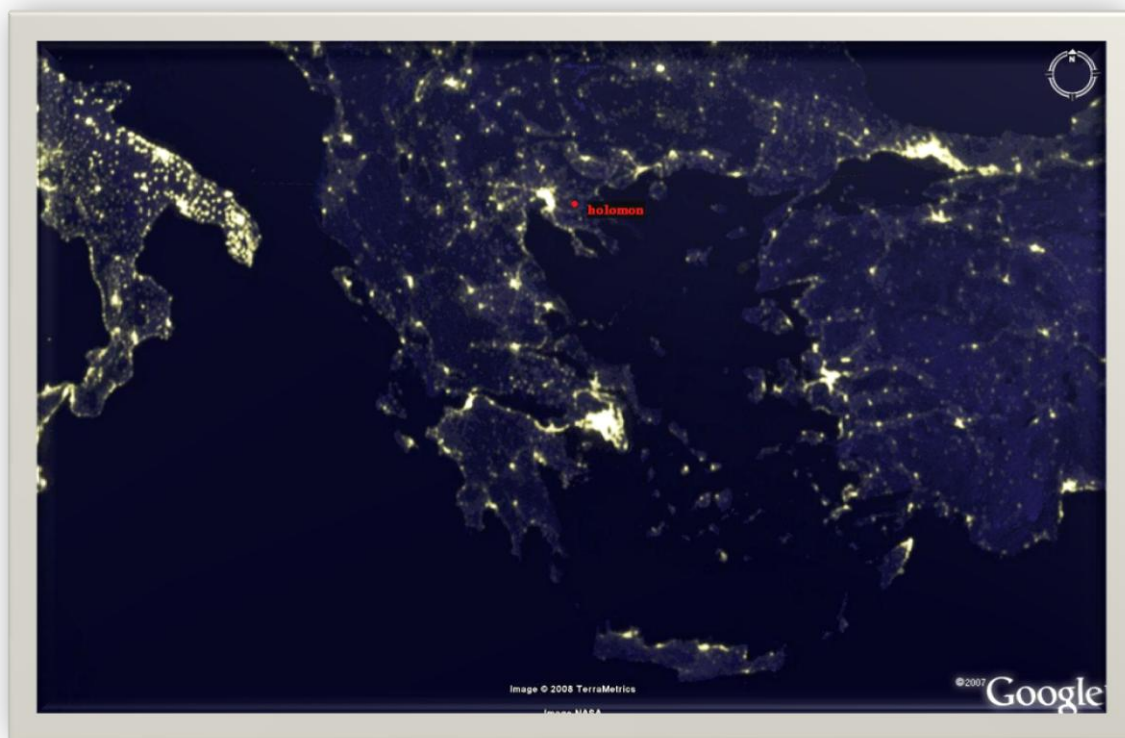
2.2 Παρατηρήσεις

2.2.1 Τοποθεσία Παρατηρήσεων

Οι παρατηρήσεις διεξήχθησαν στον Αστρονομικό Σταθμό Χολομώντα ο οποίος βρίσκεται στο όρος Χολομώντα στην περιοχή της Χαλκιδικής, στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη. Η περιοχή έχει πάρα πολύ καλές αστρονομικές συνθήκες όντας μακριά από περιοχές με φωτορύπανση και με μετρημένη μέση τιμή seeing $\sim 0.82''$.

Αστρονομικός Σταθμός Χολομώντα	
Γεωγραφικό Μήκος	$-23^{\circ}30'19.6''$ (East)
Γεωγραφικό Πλάτος	$+40^{\circ}25'58.4''$ (North)
Υψόμετρο	~ 800 m
Θερμοί Μήνες	July, August (temperature can reach up to $36^{\circ}C$)
Ψυχροί Μήνες	January, February (temperature can reach down to $-15^{\circ}C$)
Ετήσια Βροχόπτωση	~ 750 mm
Μέση Τιμή Seeing	$\sim 0.82''$

Πίνακας 2.4



Εικόνα 2.7 Χάρτης φωτορύπανσης της Ελλάδος.

2.2.2 Λογισμικό καταγραφής δεδομένων

Προκειμένου να καταγράψουμε τα δεδομένα των παρατηρήσεων χρησιμοποιήσαμε τα λογισμικά Maxim DL 5 και IC Capture AS. Το Maxim DL 5 ήταν το λογισμικό το οποίο κατέγραφε τα δεδομένα της κυρίως κάμερας και το IC Capture AS χρησιμοποιήθηκε μαζί με την κάμερα Imaging Source DMK 21 για την διαδικασία οδήγησης του τηλεσκοπίου.

2.2.3 Οι στόχοι

G74.0-8.5 –Cygnus Loop

1-GHz flux/Jy: 210

Size/arcmin: 230×160

Spectral index: varies

Type: S

Has been suggested that this is two overlapping remnants.

Radio: Shell, brightest to the NE, with fainter breakout region to S, with spectral variations.

Optical: Large filamentary loop, brightest to the NE, not well defined to the S or W.

X-ray: Shell in soft X-rays.

Point sources: Several compact radio sources within the boundary of the remnant, including CL4, plus X-ray sources in S.

Distance: Optical proper motion and shock velocity gives 0.44 kpc.

References:

- Green 1990, AJ, 100, 1927. DRAO at 408 MHz (30 .3×60 .7) for spectral index study, plus X-ray and optical.
- Graham et al. 1991, AJ, 101, 175. Shocked molecular H outside rim in NE.
- Shull & Clarke 1991, PASP, 103, 811. Optical spectroscopy of nearside filaments.
- Greidanus & Strom 1992, A&A, 257, 265. Optical kinematics.
- Shull & Hippelein 1992, ApJ, 383, 714. Optical kinematics and proper motion.
- Fesen et al. 1992, AJ, 104, 719. Ha imagery.
- Cornett et al. 1992, ApJ, 395, L9. UV imagery.
- Long et al. 1992, ApJ, 400, 214. Optical of Balmer dominated filament.
- Arendt et al. 1992, ApJ, 400, 562. IRAS observations.
- Hester et al. 1994, ApJ, 420, 721. Ha, [OIII] and other optical observations of Balmer dominated filaments in NE.
- Gorham et al. 1996, ApJ, 458, 257. Pulsar search.
- Biggs & Lyne 1996, MNRAS, 282, 691. Pulsar search.
- Levenson et al. 1997, ApJ, 484, 304. ROSAT observations.
- Leahy et al. 1997, AJ, 114, 2081. DRAO at 1.4 GHz (10×20), including polarisation.
- Miyata et al. 1998, PASJ, 50, 257. ASCA observations.
- Miyata et al. 1998, PASJ, 50, 475. ASCA observations of compact X-ray source in S.
- Leahy & Roger 1998, ApJ, 505, 784. DRAO at 1.4 GHz (10 .0×10 .9) and 408 MHz (30 .4×60 .9), for spectral index studies in comparison with other radio observations.

Levenson et al. 1998, ApJS, 118, 541. Optical images.
 Roger et al. 1999, A&AS, 137, 7. 22 MHz flux density ($S = 1400 \pm 400$ Jy).
 Bohigas et al. 1999, ApJ, 518, 324. Optical spectroscopy of surroundings.
 Levenson et al. 1999, ApJ, 526, 874. ROSAT images.
 Blair et al. 1999, AJ, 118, 942. HST observations, for distance.
 Aschenbach & Leahy 1999, A&A, 341, 602. ROSAT image, and comparison with radio.
 Sauvageot et al. 1999, A&A, 351, 669. [NeV] observations.
 Szentgyorgyi et al. 2000, ApJ, 529, 279. [NeV] images.
 Danforth et al. 2000, AJ, 119, 2319. UV, optical and X-ray comparison of selected regions.
 Sankrit et al. 2000, AJ, 120, 1925. HST far-UV spectra on non-radiative shock.
 Miyata et al. 2001, ApJ, 550, 1023. ASCA observations of compact X-ray sources.
 Miyata & Tsunemi 2001, ApJ, 552, 624. ASCA spectroscopy of regions in N and E.
 Ghavamian et al. 2001, ApJ, 547, 995. Optical spectroscopy.
 Danforth et al. 2001, AJ, 122, 938. Far-UV spectroscopy, Ha and other optical observations of NE region.
 Levenson & Graham 2001, ApJ, 559, 948. HST of SE region.
 Uyaniker et al. 2002, A&A, 389, L61. Effelsberg 100-m at 2.7 GHz (40 .3) including polarisation, and comparison with ROSAT data.
 Leahy 2002, AJ, 123, 2689. DRAO at 1.4 GHz (40×20) for HI.
 Patnaude et al. 2002, AJ, 124, 2118. Optical and ROSAT observations of region in SW.
 Blair et al. 2002, ApJS, 140, 367. UV spectroscopy.
 Welsh et al. 2002, A&A, 391, 705. Optical absorption to background stars.
 Sankrit & Blair 2002, ApJ, 565, 297. UV observations of NE filament.
 Levenson et al. 2002, ApJ, 576, 798. Chandra observations of W edge.
 Reich et al. 2003, A&A, 408, 961. Effelsberg 100-m at 863 MHz (140 .5 : $S = 184 \pm 18$ Jy).
 Leahy 2004, MNRAS, 351, 385. Chandra observations of SW.
 Uyaniker et al. 2004, A&A, 426, 909. Effelsberg 100-m at 2.7 GHz (40 .3), with comparison with other data for spectral index studies.
 Blair et al. 2005, AJ, 129, 2268. HST of outer filaments.
 Leahy 2005, AJ, 130, 165. DRAO at 1.4 GHz of SE.
 Levenson & Graham 2005, ApJ, 622, 366. Chandra observations of know in SE.
 Sun et al. 2006, A&A, 447, 937. Urumqi 25-m at 4.8 GHz (90 .5 : $S = 90 \pm 9$ Jy), with comparisons with other data for spectral index studies.
 Kaplan et al. 2006, ApJS, 163, 344. X-ray upper limit on compact sources.
 Seon et al. 2006, ApJ, 644, L175. Far UV observations.
 Sankrit et al. 2007, AJ, 133, 1383. UV observations of part.
 Tsunemi et al. 2007, ApJ, 671, 1717. XMM observations of NE to SW.
 Miyata et al. 2007, PASJ, 59, S163. Suzaku observations of NE.
 Nemes et al. 2008, ApJ, 675, 1293. XMM observations of NE.
 Katsuda et al. 2008, ApJ, 680, 1198. Chandra observations of NE.
 Uchida et al. 2008, ApJ, 688, 1102. XMM observations.

G82.2+5.3

1-GHz flux/Jy: 120?

Size/arcmin: 95×65

Spectral index: 0.5?

Type: S

Has been called G82.5+5.3.

Radio: Shell in the Cygnus X complex.

Optical: In complex region, but spectra indicate SNR filaments.

X-ray: Detected.

References:

Velusamy & Kundu 1974, A&A, 32, 375. NRAO 300-ft at 2.7 GHz (50 : $S = 59.0 \pm 3.5$ Jy).
 Sabbadin 1976, A&A, 51, 159. Optical spectra.

Angerhofer et al. 1977, A&A, 55, 11. NRAO 140-ft at 5 GHz (60 .8). Incomplete mapping.
 Rosado & Gonz'alez 1981, RMxAA, 5, 93. Optical spectra.
 Seward 1990, ApJS, 73, 781. Einstein observations.
 Biggs & Lyne 1996, MNRAS, 282, 691. Pulsar search.
 Lorimer et al. 1998, A&A, 331, 1002. Pulsar search.
 Reich et al. 2003, A&A, 408, 961. Effelsberg 100-m at 863 MHz (140 .5 : S =82.5±5.5 Jy).
 Uyaniker et al. 2003, ApJ, 585, 785. CGPS at 1.4 GHz (10) including polarisation, of part.
 Mavromataki et al. 2004, A&A, 415, 1051. ROSAT, ASCA and optical observations.
 Kothes et al. 2006, A&A, 457, 1081. CGPS at 408 MHz ($_30$: S =144±12 Jy) and 1420 MHz ($_10$: S =93±5 Jy), including review of flux densities.

G93.7-0.2

1-GHz flux/Jy: 65
 Size/arcmin: 80
 Spectral index: 0.65
 Type: S
 Has been called G93.6–0.2 and G93.7–0.3.
 Radio: Distorted, faint shell.
 Distance: Association with HI features suggests 1.5 kpc.

References:

Velusamy & Kundu 1974, A&A, 32, 375. NRAO 300-ft at 2.7 GHz (50 : S =18.4±1.0 Jy).
 Mantovani et al. 1982, A&A, 105, 176. Effelsberg 100-m at 1.7 GHz (70 .6 : S =53.5±5.0 Jy), plus review of flux densities.
 Landecker et al. 1985, AJ, 90, 1082. DRAO at 1.4 GHz (smoothed to 20 : S =58±6 Jy).
 Mantovani et al. 1991, A&A, 247, 545. Effelsberg 100-m at 4.75 GHz (smoothed to 30 : S =33.5±4.0 Jy), including polarisation, plus review of flux densities.
 Biggs & Lyne 1996, MNRAS, 282, 691. Pulsar search.
 Lorimer et al. 1998, A&A, 331, 1002. Pulsar search.
 Koralesky et al. 1998, AJ, 116, 1323. VLA search for OH emission.
 Uyaniker et al. 2002, ApJ, 565, 1022. CGPS 1.4 GHz (5400×4900), including HI, and 408 MHz (30 .7×20 .8).
 Uyaniker et al. 2003, ApJ, 585, 785. CGPS at 1.4 GHz (10) including polarisation.
 Kothes et al. 2006, A&A, 457, 1081. CGPS at 408 MHz ($_30$: S = 67±6 Jy) and 1420 MHz ($_10$: S = 35±4 Jy), including polarisation and review of flux densities.

2.2.4 Ημερολόγιο Παρατηρήσεων

Στόχος	Έκθεση (sec)	Αριθμός Καρέ	Φίλτρο	Bin ning	Θερμοκρασία αισθητήρα (°C)	Ύψος στόχου (°)	Ημερομηνία
G82.2+5.3	1200	6	[OIII]	1	-35	39.65	07/13/2010
G82.2+5.3	1200	1	<i>stromgren</i> <i>y</i>	1	-35	43.36	07/14/2010
G93.7-0.2	1200	3	[OIII]	1	-35	86.41	07/12/2010
G93.7-0.2	1200	1	<i>stromgren</i> <i>y</i>	1	-35	39.17	07/14/2010
G74.0-8.5	600	3	[OIII]	1	-35	41.38	07/13/2010
G74.0-8.5	600	1	<i>stromgren</i> <i>y</i>	1	-35	58.51	07/14/2010

Πίνακας 2.5

2.3 Διαχείριση δεδομένων CCD

2.3.1 Εισαγωγή

Στη διαχείριση δεδομένων προερχόμενων από CCD αισθητήρες ο στόχος είναι να εξαλειφθεί όσο το δυνατόν ο θόρυβος και οι αχρείαστες προσθήκες που προέρχονται είτε από το σύστημα καταγραφής είτε από αυτό καθ' αυτό το αντικείμενο που παρατηρείται, είτε από προσθήκες που προέρχονται από διάφορα φωτόνια τα οποία αλληλεπιδράσαν με τον αισθητήρα. (Σε πολλές περιπτώσεις πρέπει να αφαιρεθεί και κοσμική ακτινοβολία).

Σ' αυτή τη διπλωματική εργασία διεξήχθη η βασική διαχείριση δεδομένων CCD σε όλες τις παρατηρήσεις και επίσης διεξήχθη η διαδικασία αφαίρεσης συνεχούς η οποία είναι απαραίτητη στις παρατηρήσεις με φίλτρα στενής μπάντας.

2.3.2 Βασική διαχείριση δεδομένων αισθητήρων CCD

Η διαδικασία βασικής διαχείρισης δεδομένων αισθητήρων CCD κάνει χρήση κάποιων βασικών εικόνων που σχηματίζουν τον πυρήνα της συγκεκριμένης διαδικασίας. Οι βασικές αυτές εικόνες αποτελούνται από τα καρέ bias, dark και flat field και το αρχικό καρέ του αντικειμένου του ενδιαφέροντός μας.

Η χρήση των βασικών αυτών εικόνων γίνεται ως ακολούθως. Πρώτα αφαιρούμε το καρέ από το καρέ του αντικειμένου του ενδιαφέροντός μας. Έπειτα διαιρούμε το προηγούμενο αποτέλεσμα με το μέσο καρέ bias. Αυτές οι δύο αρχικές διαδικασίες μπορούν να διορθώσουν το αρχικό μας καρέ για επίπεδο bias, dark ρεύμα και την ανομοιομορφία που μπορεί να εμπεριέχεται σε κάθε pixel. Κατά την ανάλυση του καρέ του αντικειμένου ενδιαφέροντός μας είναι πιθανό να χρειαστεί να αφαιρεθούν προσθήκες που προέρχονται από τον ουρανό ή γενικά από κάποιο υπόβαθρο. Αυτή η διόρθωση για τις προσθήκες αυτές γίνεται ως ένα κομμάτι του συγκεκριμένου βήματος ανάλυσης χρησιμοποιώντας περιοχές του ουρανού στο καθαυτό αντικείμενο παρατήρησης και δεν αφαιρείται σαν ξεχωριστό κομμάτι του ουρανού. Η όλη διαδικασία μπορεί να γραφεί ως

$$\text{Final Reduced Object Frame} = \frac{\text{Raw Object Frame} - \text{Bias Frame}}{\text{Flat Field Frame}}$$

Πρέπει να αναφερθούμε επίσης πως τα καρέ flat έχουν ήδη αφαιρέσει bias και το καρέ bias μπορεί να αντικατασταθεί από ένα καρέ dark όταν είναι κατάλληλο.

Περιγραφή καρτέ Bias: Αυτού του τύπου η εικόνα CCD έχει χρόνο έκθεσης μηδέν δευτερολέπτων. Το κλείστρο παραμένει κλειστό και γίνεται απλή καταγραφή των πληροφοριών του chip. Ο λόγος του καρτέ αυτού είναι στο να αναγνωρίσουμε τον θόρυβο που υπάρχει στο υπόβαθρο καθενός καρτέ δεδομένων. Η τιμή του bias σε ένα καρτέ είναι συνήθως μια χαμηλή χωρική συνάρτηση συχνότητας η οποία πρέπει να παραμένει σταθερή με το χρόνο. Η rms τιμή του επιπέδου DC ρεύματος του CCD αποτελεί το βασικό θόρυβο στην ανάγνωση του chip. Επειδή υπάρχουν κάποιες εναλλαγές χρειάζεται να παρθεί μια μέση τιμή με στατιστικό τρόπο κι έτσι πρέπει να πάρουμε τουλάχιστον 10 καρτέ και από εκεί να εκλάβουμε τη μέση τιμή.



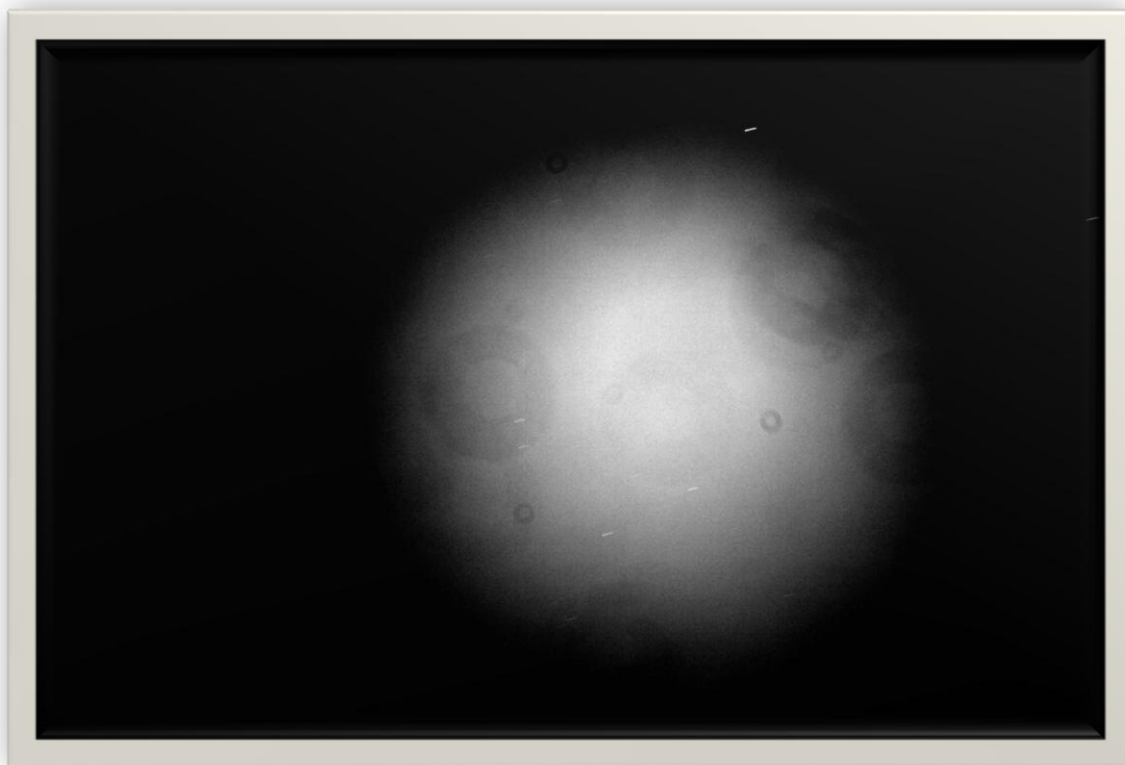
Εικόνα 2.8 Καταγεγραμμένο από το προαναφερθέν σύστημα καρτέ bias.

Περιγραφή καρτέ Dark: Τα καρτέ dark είναι εικόνες που καταγράφονται με το κλείστρο κλειστό αλλά έχουν κάποια διάρκεια έκθεσης, συνήθως ίση με τη διάρκεια εκθέσεως των καρτέ που παίρνουμε για το αντικείμενο του ενδιαφέροντός μας. Μεγάλης διάρκειας τέτοια καρτέ μπορούν ν' αποφευχθούν κάνοντας την υπόθεση ότι το ρεύμα dark αυξάνεται γραμμικά με το χρόνο κι έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια απλή μέθοδος υπολογισμού. Το καρτέ dark είναι μια μέθοδος στην οποία ο θερμικός θόρυβος μπορεί να μετρηθεί. Μπορεί να μας δώσει επίσης πληροφορίες σχετικά με καμμένα ή «θερμά» pixels, τα οποία μπορεί να υπάρχουν στο chip αλλά και να μας δώσουν έναν υπολογισμό για τη ροή κοσμικής ακτινοβολίας στην περιοχή παρατήρησής μας. Συστήματα που ψύχονται θερμοηλεκτρικά μπορούν να ψυχθούν αρκετά ώστε να μπορούμε να αγνοήσουμε το ρεύμα dark . Πολλαπλά καρτέ dark από τα οποία βγάζουμε το μέσο όρο είναι ο καλύτερος τρόπος για να πάρουμε ένα τελικό καρτέ. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι όταν χρησιμοποιείται το καρτέ dark το επίπεδο ρεύμα του ασητήρα ενυπάρχει μέσα σ' αυτό επίσης και εν προκειμένω ξεχωριστά καρτέ δεν χρειάζονται.



Εικόνα 2.9 Καταγεγραμμένο από το προαναφερθέν σύστημα καρτέ Dark.

Περιγραφή καρέ Flat: Εκθέσεις καρέ flat χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση των διαφορών που υπάρχουν στην απόκριση του αισθητήρα αλλά και επίσης για τη διόρθωση της ανομοιογένειας που προέρχεται από αυτό καθ' αυτό το τηλεσκόπιο. Τα καρέ flat είναι εκθέσεις του συστήματος σε φως που προέρχεται είτε από έναν θόλο είτε από το φως του ουρανού το διάστημα του λυκόφωτος. Σε μια προσπάθεια να παρέχουμε ένα μεγάλο βαθμό σήματος προς θόρυβο. Ιδιαίτερα για παρατηρήσεις με φίλτρα στενής μπάντας τα καρέ είναι πολύ χρήσιμα στο να αφαιρούν τις διαφοροποιήσεις που δημιουργούνται τα περιθώρια του καρέ. Όπως και στα άλλα καρέ διόρθωσης και εδώ χρειάζονται περισσότερα από πέντε ώστε να μας δώσουν το τελικό καρέ.



Εικόνα 2.10 Καταγεγραμμένο απο το προαναφερθέν σύστημα καρέ Flat

Περιγραφή καρτέ αντικειμένου ενδιαφέροντος: Αυτά είναι τα καρτέ που εμπεριέχουν το αντικείμενο το οποίο μας ενδιαφέρει να καταγράψουμε. Αυτά μπορεί να έχουν εκθέσεις διάρκειας από ένα δευτερόλεπτο και λιγότερο μέχρι και πολλές ώρες αναλόγως τον τύπο της μελέτης μας, τη λαμπρότητα του αντικειμένου και το επιθυμητό αποτέλεσμα. Μέσα σε κάθε τέτοιο καρτέ εμπεριέχονται προσθήκες από το αντικείμενο, τον ουρανό, θόρυβο, θερμικά δημιουργημένα ηλεκτρόνια και πιθανότατα προσθήκες κοσμικής ακτινοβολίας. Κάθε pixel αντιδρά παρομοίως αλλά όχι ακριβώς με το προσπίπτον φως κι έτσι ανομοιομορφίες πρέπει να αφαιρεθούν. Όλα τα παραπάνω μπορούν να διορθωθούν κάνοντας χρήση της βασικής διαχείρισης δεδομένων.

2.3.3 Λογισμικό διαχείρισης δεδομένων

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση δεδομένων ήταν το GAIA το οποίο εμπεριέχεται στο πακέτο Starlink και το λογισμικό IRIS.

Το λογισμικό GAIA χρησιμοποιήθηκε για την αναγνώριση των καρτέ των αντικειμένων αλλά επίσης και για να προετοιμάσει τα καρτέ για τέλεια ευθυγράμμιση για τη διαδικασία επικόλλησης. Αυτό επετεύχθη με τη χρήση αστρομετρίας. Το λογισμικό IRIS χρησιμοποιήθηκε για τις διαδικασίες βασικής διαχείρισης δεδομένων, επικόλλησης των καρτέ αλλά και της αφαίρεσης συνεχούς με τον τρόπο που αναφέρεται στη συνέχεια.

2.3.4 Αφαίρεση υπόβαθρου συνεχούς φωτός

Σ' ένα καρέ του αντικειμένου ενδιαφέροντός μας που κατεγράφη μέσω ενός φίλτρου στενής μπάντας συνεχές φως υποβάθρου συμπληρώνει το σύνολο των φωτονίων που καταγράφονται από τον αισθητήρα CCD. Η διαδικασία αφαίρεσης συνεχούς φωτός στοχεύει στο να απομονώσει το φως το οποίο προέρχεται αποκλειστικά από τις γραμμικές εκπομπές.

Προκειμένου ν' αφαιρεθεί αυτό το φως πρέπει να φωτογραφίσουμε το αντικείμενο ενδιαφέροντος με τα σχετιζόμενα ευρέως φάσματος φίλτρα. Συγκεκριμένα για το φίλτρο OIII, το φίλτρο που σχετίζεται είναι το stromgren y που έχει εύρος FWHM των 23 nm ανάμεσα στα 535 nm και 560 nm. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναλογιστούμε το ποσοστό της κάθε αφαίρεσης προκειμένου να αποφύγουμε υπεραφαίρεση της κυρίως εικόνας και να χάσουμε κάποια πολύτιμα φωτόνια. Οι εξισώσεις του Roberto Terlevich ("High-resolution surface photometry of the core of NGC 4151") που σχετίζονται με την αφαίρεση αυτή χρησιμοποιήθηκαν για να διορθωθεί η ποσότητα αυτή. Αυτό έγινε αναγνωρίζοντας τις προσθήκες του γραμμικού και του συνεχούς φωτός σε κάθε ένα από τα καρέ των δύο φίλτρων με τις ολικές εντάσεις $I_{(OIII)}$ και $I_{(STy)}$. Για να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις εξισώσεις έπρεπε να κανονικοποιήσουμε τα καρέ σε ADU's/sec και έπειτα να υπολογίσουμε τον παράγοντα για το συνεχές. Οι εξισώσεις αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

$$I_{(OIII)} = I_1 \tau_{(OIII)} + I_c \int_{\Delta OIII} \tau_{(OIII)}(\lambda) d\lambda = I_1 \tau_{(OIII)} + I_c K_{(OIII)}$$

$$I_{(STy)} = I_1 \tau_{(STy)} + I_c \int_{\Delta STy} \tau_{(STy)}(\lambda) d\lambda = I_1 \tau_{(STy)} + I_c K_{(STy)}$$

Όπου $I_{(OIII)}$ και $I_{(STy)}$ είναι οι παρατηρημένες εντάσεις (σε Counts/sec) του OIII και του stromgren y φίλτρου αντίστοιχα. $\Delta OIII$ και ΔSTy είναι το φασματικό εύρος OIII και Stromgren y αντίστοιχα (FWHM στον πίνακα 3.3) και τ_{OIII} και τ_{STy} οι επιδρώντες διαπερατότητες των φίλτρων (Argyle et al, 1988). Οι δείκτες 1 και c δηλώνουν την γραμμική εκπομπή OIII και του συνεχούς, αντίστοιχα.

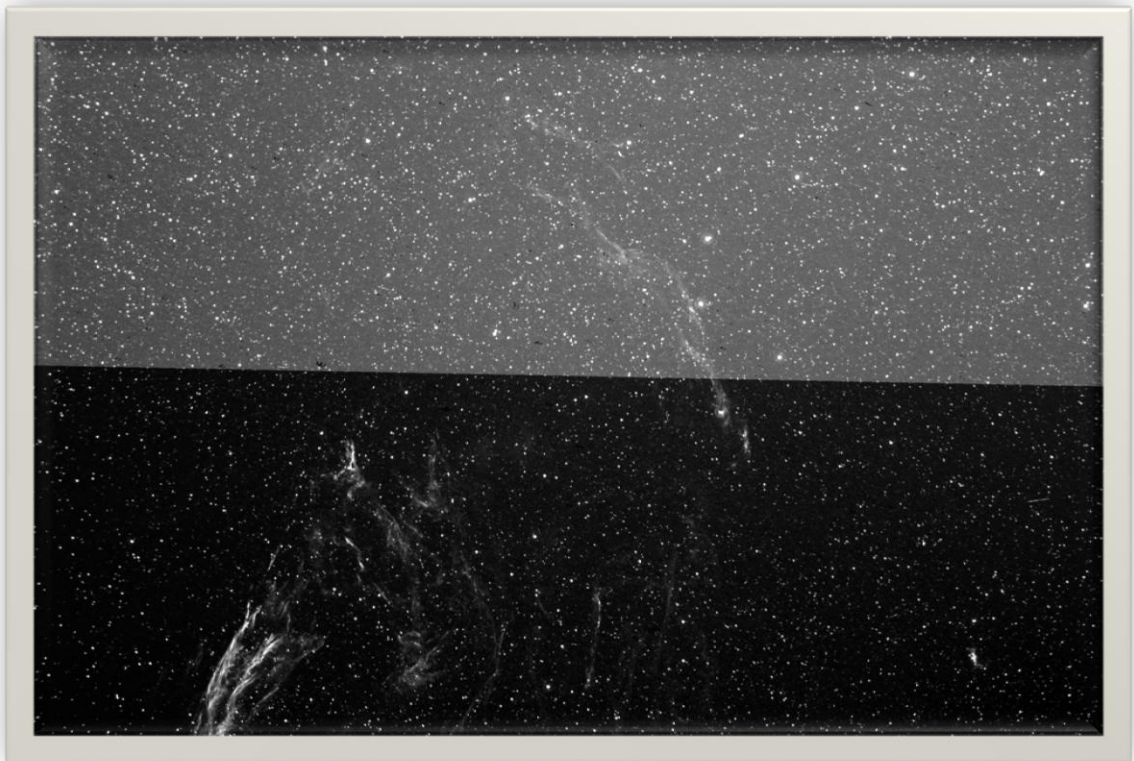
$$K_{(OIII)} = \int_{\Delta OIII} \tau_{(OIII)}(\lambda) d\lambda$$

$$K_{(STy)} = \int_{\Delta STy} \tau_{(STy)}(\lambda) d\lambda$$

Υποθέτοντας ότι η ένταση του συνεχούς είναι σταθερή καθόλη την μπάντα αλλά και η διαπερατότητα του φίλτρου σταθερή στη γραμμή η έντασης της γραμμικής εκπομπής OIII μπορεί να δοθεί ως:

$$I_1 = \frac{I_{(OIII)} K_{STy} - I_{(STy)} K_{OIII}}{\tau_{(OIII)} K_{STy} - \tau_{(STy)} K_{OIII}}$$

Τα δύο τελικά καρέ ευθυγραμμίστηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό IRIS και την εντολή “stellar registration” που εμπεριέχεται στη λίστα εντολών “processing”

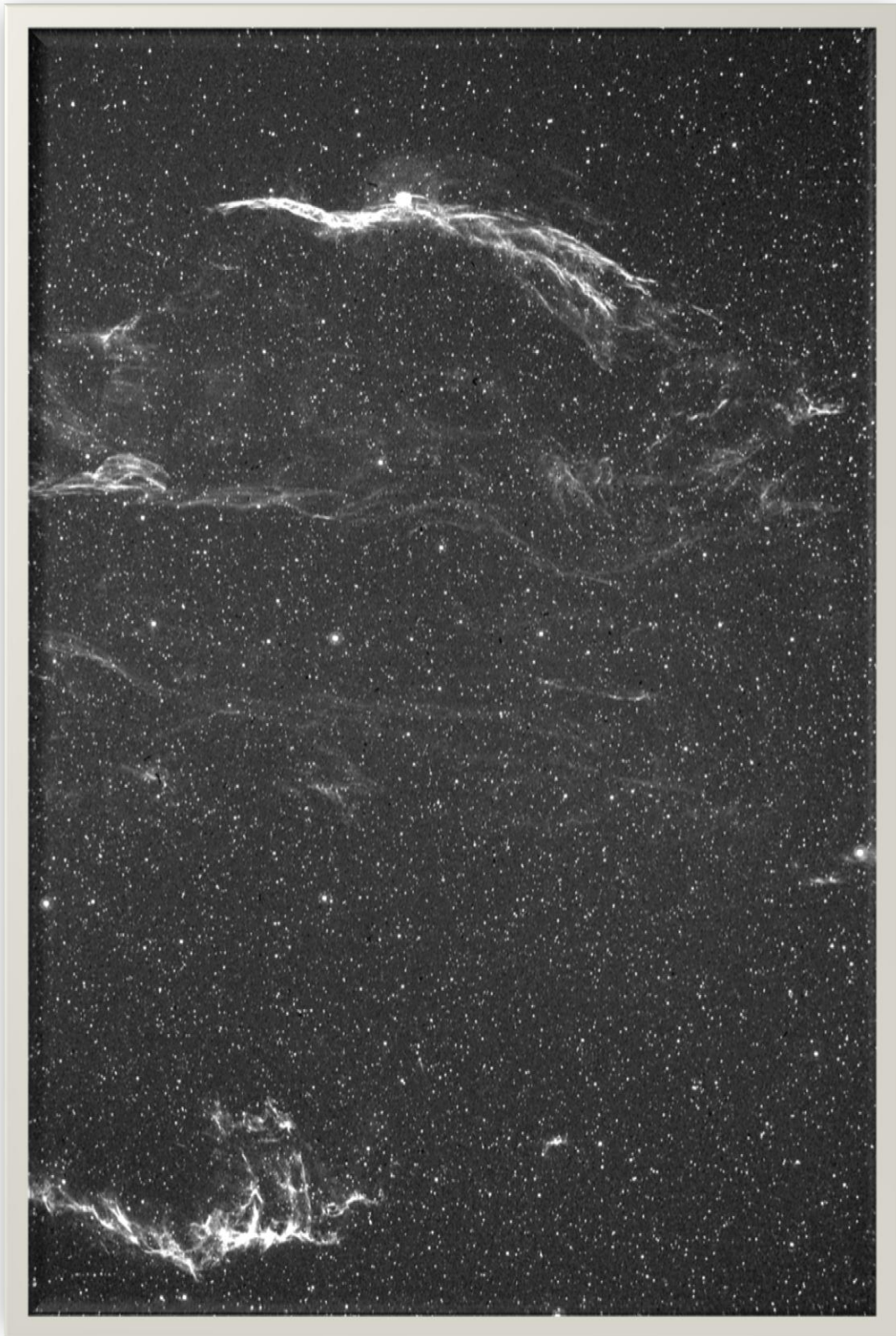


Εικόνα 2.11 Αυτό είναι ένα παράδειγμα που υποδεικνύει τη σημασία της αφαίρεσης συνεχούς σε παρατηρήσεις στενής μπάντας. Σ’ αυτή την εικόνα βλέπουμε το Cygnus loop φωτογραφημένο με το φίλτρο OIII ενώ η αφαίρεση συνεχούς χρησιμοποιήθηκε μόνο για το κάτω κομμάτι της εικόνας αυτής. Είναι προφανές πως οι ινώδεις περιοχές του ΥΥΚΦ φαίνονται πολύ πιο έντονες και οξείες σε σχέση με το υπόβαθρο.

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων της διπλωματικής.

G74.0-8.5 – Cygnus Loop



Αυτή είναι μια εικόνα του ΥΥΚΦ με κέντρο $20^h 13^m 00^s$ ωριαίας γωνίας και $+36^\circ 12'$ απόκλισης και παρουσιάζεται ένα πεδίο $3.6835^\circ * 2.1942^\circ$ μοιρών. Είναι μια επεικόλιση τριών εκθέσεων 1.200 sec δίνοντας ένα σύνολο έκθεσης μιας ώρας μέσω του γραμμικού φίλτρου $[O_{III}]$. Επίσης μια έκθεση 1.200 sec μέσω του φίλτρου *stromgren y* χρησιμοποιήθηκε ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη αφαίρεση συνεχούς.

Το ΥΥΚΦ Cygnus loop είναι ένα πολύ γνωστό υπόλειμμα τύπου κελύφους. Βρίσκεται στον αστερισμό του Κύκνου και απέχει περίπου 1.660 έτη φωτός. Σ' αυτή την εικόνα μπορούμε να παρατηρήσουμε σχεδόν ολόκληρο το υπόλειμμα σε ένα καρέ παρότι αυτό έχει μεγαλύτερη των τριών μοιρών φαινόμενη διάμετρο, δεδομένης της δυνατότητας του συστήματος να καταγράφει μεγάλο πεδίο.

G82.2+5.3



Αυτή είναι μια εικόνα του ΥΥΚΦ G82.2+5.3 με κέντρο $20^h19^m00^s$ ωριαίας γωνίας και $+45^\circ30'$ απόκλισης και παρουσιάζεται ένα πεδίο $3.6835^\circ * 2.1942^\circ$ μοιρών. Είναι μια επεικόλιση τριών εκθέσεων 1.200 sec δίνοντας ένα σύνολο έκθεσης μιας ώρας μέσω του γραμμικού φίλτρου $[O_{III}]$. Επίσης μια έκθεση 1.200 sec μέσω του φίλτρου *stromgren y* χρησιμοποιήθηκε ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη αφαίρεση συνεχούς.

Σ'αυτή την εικόνα βλέπουμε ένα αρκετά αμυδρό ΥΥΚΦ το οποίο είναι ένα ΥΥΚΦ που καταγράφεται πολύ δυσκολότερα απ' ότι το Cygnus loop δεδομένου της χαμηλής λαμπρότητάς του αλλά και της ύπαρξης ενός άλλου νεφελώματος στην ίδια ευθεία παρατήρησης. Η εικόνα μας αποκαλύπτει εκπομπή από τις ινώδεις περιοχές στα δυτικά και στα ανατολικά μέρη της εικόνας όπως επίσης και εκπομπή διαχυτη ακτινοβολίας. Οι δύο βασικές ινώδεις δομές προσδιορίζουν τις αντίθετες πλευρές από ένα ελλειψοειδές κέλυφος.

G93.7-0.2



Αυτή είναι μια εικόνα της περιοχής όπου βρίσκεται το ΥΥΚΦ G93.7-0.2 με κέντρο $21^h 29^m 20^s$ ωριαίας γωνίας και $+50^\circ 50'$ απόκλισης και παρουσιάζεται ένα πεδίο $3.6835^\circ * 2.1942^\circ$ μοιρών. Είναι μια επεικόλιση τριών εκθέσεων 600 sec δίνοντας ένα σύνολο έκθεσης μισής ώρας μέσω του γραμμικού φίλτρου $[O_{III}]$. Επίσης μια έκθεση 600 sec μέσω του φίλτρου *stromgren* γ χρησιμοποιήθηκε ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη αφαίρεση συνεχούς.

Σ' αυτή την περίπτωση παρατηρούμε ότι δεν αποκαλύφθηκε κάποιο ΥΥΚΦ. Μπορούμε μόνο να συμπεράνουμε ότι χρειάζονται περαιτέρω παρατηρήσεις ώστε να καταγραφεί το ΥΥΚΦ. Επίσης η μικρή «ουρά» που δημιουργήθηκε μέσω κάποιας μετακίνησης κατά τη διάρκεια της έκθεσης έκανε τις συνθήκες χειρότερες.

Βιβλιογραφία

Books in Greek

- 1-Varvoglis H , Seiradakis J.Hh, Introduction to modern astronomy, Gartaganis Publications.
- 2-Avgoloupis S. Seiradakis J.Hh, Observational Astronomy, Planetarium Thessaloniki publications.
- 3-H,J,P Arnold, Astrophotography, Planetarium Thessaloniki publications.

Books in English

- 4-Carroll B. W., Ostlie D. A., An introduction to Modern Astrophysics, Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- 5-Howell B. S., Handbook of CCD Astronomy, Cambridge University Press.

Papers

- 6-Osterbrock, D.E., Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei, University Science Books, 1989
- 7-Fesen, R. A.; Blair, W. P.; Kirshner, R. P., Optical emission-line properties of evolved galactic supernova remnants, The Astrophysical Journal, 292: 29-48, 1985
- 8-Raymond J.C., Shock waves in the interstellar medium, The Astrophysical Journal Supplement Series, 39:1-27, 1979
- 9-Luis C. Bohlin R.C., Absolute flux calibration of optical spectrophotometric standard stars, Astronomical Journal, 1994
- 10- Boumis P., Mavromatakis F., and Paleologou E. V., First optical light from the supernova remnant G 17.4–2.3, A&A 385, 1042{1048 (2002)
- 11- Boumis P., Mavromatakis F., Xilouris E. M., Alikakos, M J., Redman P., and Goudis C. D. Deep optical observations of the supernova remnants G 126.2+1.6, G 59.8+1.2 and G 54.4–0.3, A&A 443, 175–183 (2005)
- 12- Mavromatakis F., Boumis P., Papamastorakis J., and Ventura J. Deep optical observations of G 65.3+5.7, A&A 388, 355{362 (2002)
- 13- Mavromatakis F., Boumis P., Papamastorakis J., and Ventura J. Optical supernova remnant observations from Skinakas Observatory, Science Direct, 2003
- 14- Boumis P., Alikakos J., Christopoulou P. E., Mavromatakis F., Xilouris E. M., Goudis C. D. First optical detection of the supernova remnant G 15.1–1.6, A&A 481, 705–712 (2008)
- 15- S. O. Tagieva, Observational effects in Supernova Remnants associated with H II regions and dense gaseous clouds, Astronomy Letters, Vol. 28, No. 5, 2002, pp. 310–315.
- 16-R.J. Salt, An analysis on visibility based continuum subtraction, A&A Supplement Series, 107:55-69 (1994)
- 17- Pavuti, Duric, et all An X-Ray, optical and radio search for Supernovae Remnants in the nearby Sculptor group Sd galaxy NGC 300, THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 544:780È804, 2000

Websites

http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/know_12/supernova_remnants.html

<http://www.phy.duke.edu/~kolena/snrspectra.html>