



ΤΟ ΑΧΑΝΕΣ ΣΥΜΠΛΗΝ

Αν υποθέσουμε ότι ο Ήλιος αναπαριστάται με σφαίρα (μεγέθους) διαμέτρου 10 cm, τότε η Γη τοποθετείται περίπου 11 μέτρα μακριά και έχει μέγεθος μόλις 1 mm (χιλιοστό). Ο Ερμής και η Αφροδίτη βρίσκονται στα 4.2 και 7.7 μέτρα μακριά αντίστοιχα. Το εσωτερικό ηλιακό σύστημα ολοκληρώνεται με τον Άρη σε απόσταση 16.3 μέτρων από τον Ήλιο μας και μέγεθος μόλις μισό χιλιοστό. Ο Δίας βρίσκεται σε απόσταση περίπου 56 μέτρων και μέγεθος 1 cm, ο Κρόνος σε απόσταση 102 μέτρων και μέγεθος 8.6 mm, και ο τελευταίος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος, ο Ποσειδώνας, σε απόσταση 321 μέτρων. Ο πλανητοειδής Πλούτωνας τοποθετείται στα 428 μέτρα, ενώ η ζώνη Kuiper περίπου στα 600 μέτρα από τον Ήλιο. Το τέλος του εκτεταμένου ηλιακού συστήματος (ηλιόπαυση) τοποθετείται σε μία σφαίρα ακτίνας περίπου 540 χιλιομέτρων (όσο περίπου η απόσταση Αθήνας - Θεσσαλονίκης) και περιλαμβάνει όλα τα προηγούμενα αντικείμενα μαζί με πλήθος αστεροειδών και κομητών (Πίνακας 1). Ο κοντινότερος αστέρας στον Ήλιο μας είναι ο εγγύτατος του Κενταύρου με μέγεθος περίπου 1.5 cm και απόσταση λίγο μικρότερη των 3,000 χιλιομέτρων (προσεγγιστική απόσταση Αθήνας - Λονδίνου).

Αντικείμενο	Ήλιος	Γη	Άρης	Δίας	Κρόνος	Ποσειδώνας	Ζώνη Kuiper	Νέφος Oort	Proxima
Απόσταση	0	1	1.52	5.2	9.54	30	55	50,000	267,000
Κλιμακούμενη Απόσταση	10 cm	1 mm	16.3 m	56 m	102 m	321 m	600 m	540 km	3,000 km

Πίνακας 1: Πραγματικές και αποστάσεις σε κλίμακα 10 cm ανά 1,400,000 km διαφόρων αντικειμένων του ηλιακού μας συστήματος. Οι πραγματικές αποστάσεις μετρούνται σε αστρονομικές μονάδες (1 AU = 150,000,000 km), ενώ οι κλιμακούμενες σε χιλιοστά, εκατοστά, μέτρα ή χιλιόμετρα.

Γνωρίζοντας τώρα ότι το πραγματικό μέγεθος του Ηλιακού μας συστήματος είναι 2 έτη φωτός, δηλαδή περίπου 20 τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα, μπορούμε να ακολουθήσουμε τον εξής συλλογισμό. Αν ο παραπάνω αριθμός αντιστοιχηθεί με σφαίρα μεγέθους 10 cm, τότε το κοντινότερο ανοικτό σμήνος αστέρων είναι το σμήνος των Υάδων σε απόσταση 7.5 μέτρων από το ηλιακό μας σύστημα. Το μέγεθος αυτό περιλαμβάνει αστέρες όπως ο Σείριος και ο Λαμπαδίας (Aldebaran) σε αποστάσεις 43 cm και 3.25 m αντίστοιχα. Σε απόσταση περίπου 20 μέτρων τοποθετείται το ανοικτό σμήνος των Πλειάδων που αριθμεί πάνω από 1000 μέλη - αστέρες και είναι ορατό με γυμνό μάτι στον βορεινό ουρανό. Πολύ κοντά στην απόσταση αυτή (21.5 μέτρα) βρίσκεται και ο πολικός αστέρας στον Αστερισμό της Μικρής Άρκτου. Το μεγάλο και φωτεινό νεφέλωμα του Ωρίωνα με μέγεθος περίπου 1.2 m απαντάται σε απόσταση 65 μέτρων, ενώ το ηλιακό μας σύστημα απέχει από το κέντρο του Γαλαξία μας (Milky Way) μόνο 1300 μέτρα, όσα περίπου και από τον κοντινότερο νάνο γαλαξία (Canis Major). Τέλος, η διάμετρος του Γαλαξία μας υπολογίζεται, με δεδομένη την παραπάνω κλίμακα, στα 5,000 μέτρα (Πίνακας 2). Ο Γαλαξίας μας αριθμεί περίπου 300 με 400 δισεκατομμύρια ηλιακά συστήματα.



Αντικείμενο	Ηλιακό σύστημα	Λαμπαδίας	Υάδες	Πλειάδες	Πολικός Αστéρας	Νεφέλωμα Ωρίωνα	Γαλαξιακό Κέντρο	Διάμετρος Γαλαξία
Απόσταση	0	65	150	400	430	1300	26,000	100,000
Κλ/νη Απ/ση	10 cm	3.25 m	7.5 m	20 m	21.5 m	65 m	1.3 km	5 km

Πίνακας 2: Όπως ο Πίνακας 1, αλλά για διαφορετικής τάξης μεγέθους αντικείμενα. Η πραγματική απόσταση των αντικειμένων δίδεται σε έτη φωτός (ly). Η κλίμακα στην συγκεκριμένη σειρά αντικειμένων είναι 10 cm ανά 2 έτη φωτός. Το ένα έτος φωτός είναι ίσο με 63,241 AU ή περίπου 10 τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα.

Ο Γαλαξίας μας είναι μέλος της τοπικής ομάδας γαλαξιών, η οποία αριθμεί παραπάνω από 50 γαλαξίες και έχει πραγματικό μέγεθος (διάμετρος) περίπου 10 εκατομμυρίων ετών φωτός. Αν χρησιμοποιήσουμε την παραπάνω λογική και υποθέσουμε ότι ο Γαλαξίας μας είναι μία σφαίρα διαμέτρου 10 cm (κλίμακα 1 cm : 10,000 ly), τότε απέχει από τον γαλαξία της Ανδρομέδας περίπου 2.5 μέτρα και από τον πιο μακρινό γαλαξία του τοπικού σμήνους (Sextans B) γύρω στα 4.4 μέτρα. Ωστόσο, το μεγάλο και το μικρό Μαγγελανικό νέφος (δύο από τους πολύ γειτονικούς γαλαξίες) απέχουν μόλις 16 και 20 εκατοστά αντίστοιχα από τον Γαλαξία μας. Το συνολικό μέγεθος της σφαίρας που ονομάζουμε τοπική ομάδα γαλαξιών υπολογίζεται στα 10 περίπου μέτρα. Η ομάδα αυτή ανήκει βαρυντικά σε μία ευρύτερη δομή που ονομάζεται τοπικό υπερσμήνος (ή υπερσμήνος της Παρθένου), το οποίο αριθμεί πάνω από 100 ομάδες και σμήνη γαλαξιών, ενώ η πραγματική διάμετρός του υπολογίζεται στα 110 εκατομμύρια έτη φωτός. Στο υπερσμήνος αυτό ανήκει και το μεγάλο σμήνος της Παρθένου το οποίο βρίσκεται σε απόσταση περίπου 54 μέτρων (και μέγεθος περίπου 15 μέτρων) από την τοπική μας ομάδα και περιλαμβάνει πάνω από 1500 γαλαξίες. Το συνολικό μέγεθος του τοπικού υπερσμήνους υπολογίζεται σε 110 μέτρα (όσο περίπου ένα γήπεδο ποδοσφαίρου). Το μεγαλύτερο και από τα πιο μακρινά υπερσμήνη (υπερσμήνος Ωρολογίου - Δικτύου) εντοπίζεται σε απόσταση ενός χιλιομέτρου από το τοπικό μας σμήνος και έχει μέγεθος περίπου 550 μέτρα. Υπάρχουν περίπου 100 υπερσμήνη γαλαξιών σε μία σφαίρα ακτίνας ενός χιλιομέτρου. Υπολογίζεται δε, ότι υπάρχουν εκατομμύρια υπερσμήνη στο ορατό σύμπαν του οποίου το μέγεθος (διάμετρος) φτάνει περίπου τα 93 χιλιόμετρα, χρησιμοποιώντας την τελευταία κλίμακα μεγεθών που έχουμε ορίσει.

Αντικείμενο	Milky Way	Ανδρομέδα	Sextans B	Τοπική Ομάδα	Σμήνος Παρθένου	Τοπικό Υπερ/νος	Υπερ/νος Ωρ. - Δικ.	Ορατό Σύμπαν
Απόσταση	0	2.5x10 ⁶	4.4x10 ⁶	10 ⁷	5.4x10 ⁷	1.1x10 ⁸	10 ⁹	93x10 ⁹
Κλ/νη Απ/ση	10 cm	2.5 m	4.4 m	10 m	54 m	110 m	1 km	93 km

Πίνακας 3: Μοντέλο αποστάσεων μακρινών και πολύ μακρινών αντικειμένων. Η κλίμακα αποστάσεων εδώ είναι 100,000 έτη φωτός ανά 10 cm. Όλες οι πραγματικές αποστάσεις μετρούνται σε έτη φωτός, όπως στον Πίνακα 2.

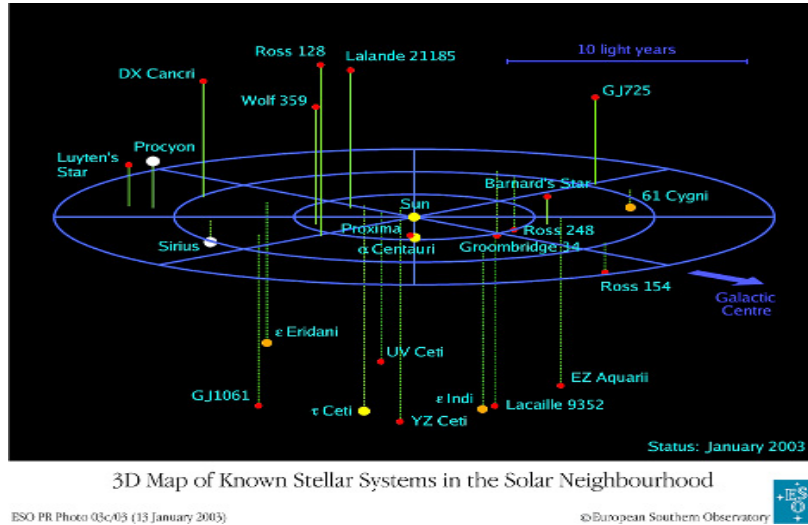
Για την πληρέστερη κατανόηση της κλίμακας των αποστάσεων στο αχανές σύμπαν, ορίζουμε δύο ταχύτητες και υπολογίζουμε τον χρόνο που χρειαζόμαστε για να προσεγγίσουμε μία σειρά αντικειμένων όπως αναγράφονται στον Πίνακα 4. Η πρώτη είναι η ταχύτητα φωτός, ενώ η δεύτερη (~ 252,800 χιλιόμετρα/ώρα) αφορά τη γρηγορότερη αυτή την στιγμή διαστημική συσκευή Helios 2 της NASA.



Αντικείμενο	Χρόνος (ταχ. 300,000 km/")	Χρόνος (ταχ. 70 km/")
Σελήνη	1.25 "	1.5 ώρες
Άρης	4 '	12 ημέρες
Ήλιος	8.33 '	25 ημέρες
Κρόνος	1.3 ώρες	8 μήνες
Ποσειδώνας	4.17 ώρες	2 έτη
Νέφος κομητών (Oort)	1 έτος	3,400 έτη
Proxima (εγγύτατος Κενταύρου)	4.22 έτη	18,300 έτη
Νεφέλωμα Ωρίωνα	1,300 έτη	5.6 εκατομμύρια έτη
Γαλαξιακό κέντρο	26,000 έτη	111 εκατομμύρια έτη
Γαλαξίας Ανδρομέδας	2.5 εκατομμύρια έτη	10.7 δισεκατομμύρια έτη
Σμήνος Γαλαξιών Coma	321 εκατομμύρια έτη	1.38 τρισεκατομμύρια έτη
Γαλαξίας UDFj-39546284	13.2 δισεκατομμύρια έτη	56.5 τρισεκατομμύρια έτη

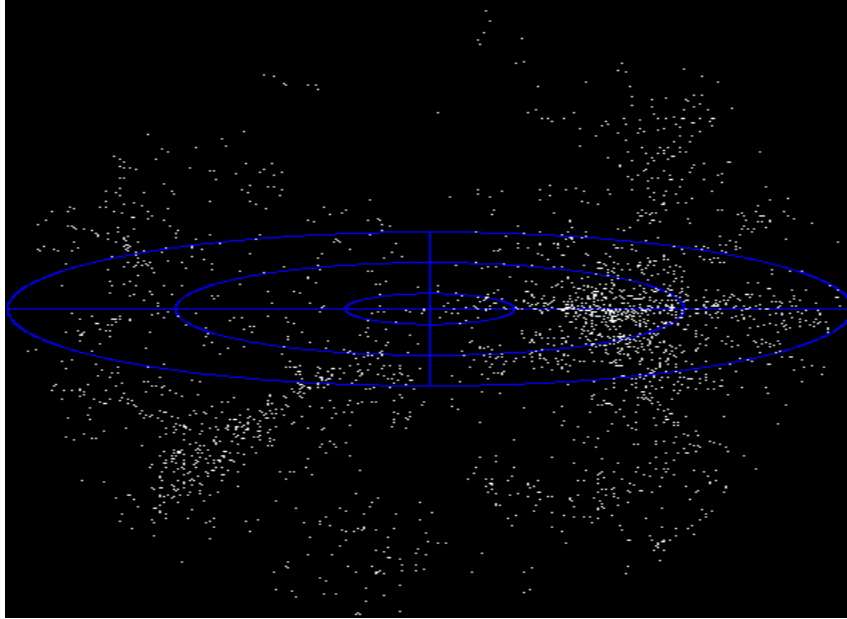
Πίνακας 4: Απαιτούμενος χρόνος για την προσέγγιση διαφόρων δομών στον σύμπαν βασισμένος σε δύο διαφορετικές ταχύτητες. Αυτή του φωτός και αυτή του γρηγορότερου (μη επανδρωμένου) διαστημικού οχήματος Helios 2 της NASA. Ο Γαλαξίας UDFj-39546284 είναι αυτή την στιγμή το πιο απομακρυσμένο αντικείμενο του ορατού σύμπαντος. Ο χρόνος αυτός μετριέται σε δευτερόλεπτα, λεπτά, ώρες, ημέρες, μήνες ή έτη.

- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 1 ly:** Διάμετρος περίπου 20 δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων. Περιλαμβάνει ένα αστρικό/ηλιακό σύστημα με 8 πλανήτες, 5 νάνους πλανήτες και πλήθος αστεροειδών και κομητών.
- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 10 ly:** Περικλείει 11 αστρικά συστήματα εκτός του δικού μας (Εικόνα 1). Συμπεριλαμβάνεται ο Proxima (εγγύτατος του Κενταύρου), ο Σείριος (μέλος διπλού συστήματος στα 8.6 ly) και ο ερυθρός νάνος Ross 154 με μάζα μόλις 17% της ηλιακής και απόσταση περίπου 9.7 ly.



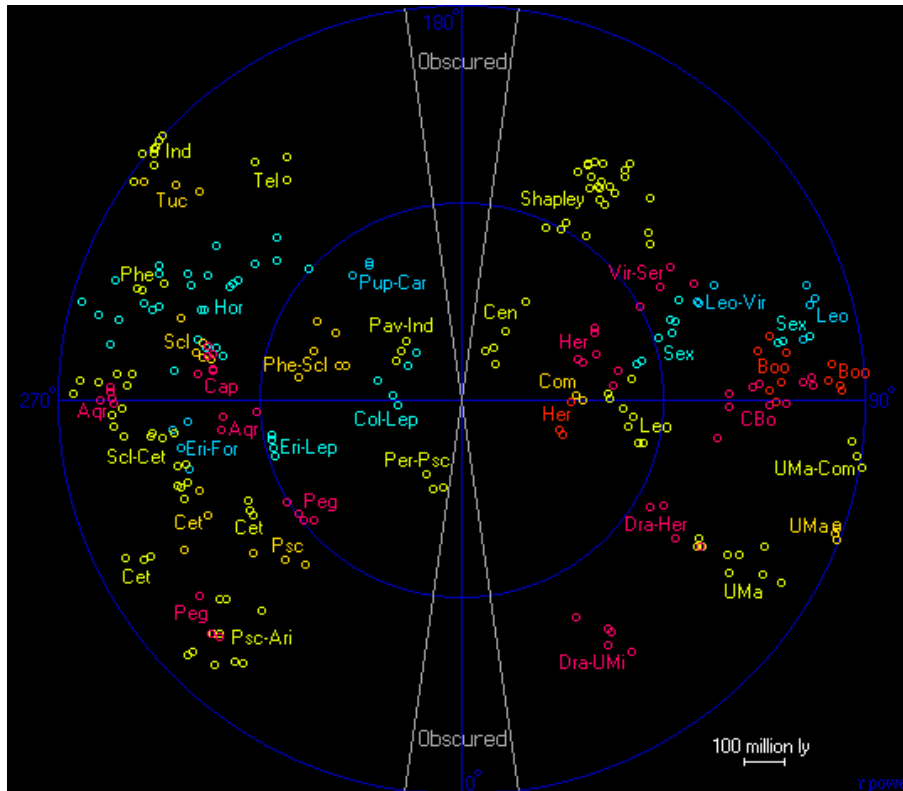
Εικόνα 1: Χάρτης αστρικών συστημάτων σφαίρας ακτίνας 12.5 ετών φωτός.

- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 100 ly:** Υπάρχουν πάνω από 110,000 αστρικά συστήματα στην σφαίρα αυτή, τα μισά τουλάχιστον εκ των οποίων είναι διπλά και πολλαπλά. Ο συνολικός αριθμός των αστερών φτάνει τα 170,000. Αυτή είναι και η απόσταση πέραν της οποίας ο Ήλιος δεν είναι ορατός με γυμνό μάτι.
- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 1000 ly:** Συμπεριλαμβάνει περίπου 10 εκατομμύρια αστρικά συστήματα και μικρό αριθμό ανοικτών σημνών (Υάδες, Πλειάδες) και νεφελωμάτων (Corona Australis).
- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 50,000 ly:** Συμπίπτει ακριβώς με την ακτίνα του Γαλαξία μας, ο οποίος περιλαμβάνει περίπου 200 με 400 δισεκατομμύρια αστέρες. Αποτελεί μέλος της τοπικής ομάδας γαλαξιών, όντας δεύτερος σε διαστάσεις μετά τον μεγάλο γαλαξία της Ανδρομέδας.
- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 5,000,000 ly:** Αφορά τα όρια της τοπικής ομάδας γαλαξιών, ενός συστήματος 50 και πλέον γαλαξιών διαφόρων μεγεθών και μορφολογιών. Μέσα σε αυτούς περιλαμβάνονται τα δύο Μαγγελανικά νέφη (νότιο ημισφαίριο) και ο νάνος γαλαξίας Canis Major που είναι και ο πλησιέστερος σε εμάς γαλαξίας αφού απέχει περίπου 42,000 ly από το Γαλαξιακό μας κέντρο. Η συνολική μάζα του συστήματος υπολογίζεται σε 5 τρισεκατομμύρια ηλιακές μάζες.
- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 100,000,000 ly:** Το μέγεθος αυτό οριοθετεί το τοπικό υπερσμήνος, μέλος του οποίου είναι και η τοπική ομάδα γαλαξιών στην οποία ανήκει ο Γαλαξίας μας. Περιέχει περίπου 200 ομάδες και σμήνη γαλαξιών και η συνολική του μάζα υπολογίζεται παραπάνω από 10^{15} (ένα τετράκις εκατομμύρια) ηλιακές μάζες. Ο συνολικός αριθμός των γαλαξιών του υπερσμήνους ξεπερνά τους 50,000 (Εικόνα 2). Την καρδιά του υπερσμήνους αποτελεί το σμήνος γαλαξιών της Παρθένου (Virgo cluster) το οποίο περικλείει βαρυτικά περίπου 2,000 γαλαξίες.



Εικόνα 2: Κινηματική απεικόνιση 2,500 γαλαξιών στο τοπικό υπερσμήνος
(Image credit: www.atlasoftheuniverse.com).

- ▲ **Σφαίρα ακτίνας 1,000,000,000 ly:** Εμπεριέχει περίπου 100 υπερσμήνη γαλαξιών, ανάμεσα στα οποία είναι και το τοπικό υπερσμήνος, αλλά και η γιγαντιαία υπερδομή που ονομάζεται υπερσμήνος Ωρολογίου - Δικτύου που έχει μέγεθος περίπου 550 εκατομμύρια έτη φωτός και μάζα $\sim 10^{17}$ ηλιακές. Τα υπερσμήνη γαλαξιών αποτελούν και τις μεγαλύτερες δομές στο σύμπαν (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση υπερσμήνων γαλαξιών σε μία σφαίρα διαμέτρου 2,000,000,000 ly. Οι περιοχές όπου δεν σημειώνονται υπερσμήνη είναι κοντά στο γαλαξιακό μας επίπεδο, με αποτέλεσμα η καταγραφή τους να είναι αδύνατη (Image credit: www.atlasoftheuniverse.com).