

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

## **MilkyWayDB**

(Βάση Δεδομένων για πλανητικά συστήματα)

**Πρώτο Παραδοτέο**

### **Ομάδα 18**

|                      |       |                       |
|----------------------|-------|-----------------------|
| Κουδούνης Βασίλειος  | 10739 | koudounis@ece.auth.gr |
| Τουλκερίδης Νικόλαος | 10718 | toulkeri@ece.auth.gr  |
| Αξιμιώτης Δημήτριος  | 10622 | dimiaxim@ece.auth.gr  |

6/11/2025

## Περιεχόμενα

|     |  |
|-----|--|
| 1   | Εισαγωγή .....                               |
| 1.1 | Σκοπός Εφαρμογής .....                       |
| 1.2 | Περιγραφή Εφαρμογής .....                    |
| 1.3 | Απαιτήσεις Εφαρμογής σε Δεδομένα .....       |
| 2   | Κατηγορίες Χρηστών και Απαιτήσεις τους ..... |
| 3   | Μοντέλο Οντοτήτων/Συσχετίσεων .....          |
| 3.1 | Γενική Περιγραφή .....                       |
| 3.2 | Καθορισμός Οντοτήτων .....                   |
| 3.3 | Καθορισμός Συσχετίσεων .....                 |
| 3.4 | Διάγραμμα Οντοτήτων/Συσχετίσεων .....        |
| 4   | Σχεσιακό Μοντέλο .....                       |
| 4.1 | Πεδία Ορισμού .....                          |
| 4.2 | Σχέσεις .....                                |
| 4.3 | Σχεσιακό Διάγραμμα .....                     |
| 4.4 | Όψεις .....                                  |
| 5   | Παραδείγματα .....                           |
| 5.1 | Παραδείγματα Πινάκων .....                   |
| 5.2 | Παραδείγματα Ερωτημάτων .....                |

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός Εφαρμογής

Σκοπός της παρούσας εφαρμογής είναι η ανάπτυξη μιας οργανωμένης και ενοποιημένης βάσης δεδομένων για τα εξωπλανητικά συστήματα του Γαλαξία μας, καθώς και η καταγραφή συστημάτων που ενδέχεται να υποστηρίζουν μορφές ζωής.

Σύμφωνα με τους αστρονόμους και ερευνητές του πεδίου, σήμερα παρουσιάζονται σημαντικά προβλήματα στη διαχείριση των σχετικών δεδομένων:

- Κάθε διαστημικός οργανισμός ή ερευνητική ομάδα χρησιμοποιεί διαφορετικές βάσεις δεδομένων, με ασύμβατα πεδία, ονομασίες χαρακτηριστικών και μονάδες μέτρησης.
- Ο ίδιος πλανήτης μπορεί να εμφανίζεται με διαφορετικές τιμές (μάζα, ακτίνα, θερμοκρασία) λόγω διαφορετικών μεθοδολογιών ή παρατηρήσεων.
- Οι υπάρχουσες βάσεις δυσκολεύονται να εκτελέσουν σύνθετα ή συνδυαστικά ερωτήματα (π.χ. “βρες όλα τα συστήματα με πάνω από 3 πλανήτες και θερμοκρασία άστρου  $< 5000\text{ K}$ ”).
- Δεν υπάρχει κοινό πρότυπο (schema), με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διαλειτουργικότητα μεταξύ των βάσεων.

Η δημιουργία μιας ενιαίας, σωστά δομημένης βάσης δεδομένων, με πλήρη και ομογενοποιημένα χαρακτηριστικά, θα επιτρέψει την ολοκληρωμένη ανάλυση των εξωπλανητικών συστημάτων και θα διευκολύνει την εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων, όπως ο εντοπισμός πιθανών κατοικήσιμων κόσμων.

## 1.2 Περιγραφή Εφαρμογής

Η εφαρμογή MilkyWay στοχεύει στην καταγραφή και οργάνωση ολοκληρωμένων παρατηρήσεων εξωπλανητικών συστημάτων του Γαλαξία μας.

Η βάση δεδομένων θα περιλαμβάνει για κάθε σύστημα πληροφορίες όπως:

- τον αστερισμό στον οποίο ανήκει,
- το όνομα και τα χαρακτηριστικά του άστρου (τύπος, θερμοκρασία, φασματική κατηγορία),

- τους παρατηρημένους πλανήτες και τα βασικά τους στοιχεία (μάζα, ακτίνα, τροχιακή περίοδος),
- την έκταση της κατοικήσιμης ζώνης του άστρου (inner/outer bounds) με βάση επιστημονικά μοντέλα,
- και, όπου υπάρχουν, δορυφόρους ή άλλα ουράνια σώματα του συστήματος.

Σε πιο προχωρημένο στάδιο, η εφαρμογή θα εμπλουτιστεί με επιπλέον δεδομένα, όπως:

- η διάμετρος και η απόσταση των παρατηρούμενων σωμάτων,
- η μέθοδος ανακάλυψης (π.χ. radial velocity, transit, direct imaging),
- και αναφορές στις πηγές ή αποστολές που κατέγραψαν τις μετρήσεις (Kepler, Gaia, JWST κ.λπ.).

Στόχος της εφαρμογής είναι αφενός η αξιόπιστη ενημέρωση και οργάνωση της βάσης δεδομένων, και αφετέρου η παροχή μιας ευχάριστης και εκπαιδευτικής εμπειρίας στους χρήστες, επιτρέποντάς τους όχι μόνο να ενημερώνονται για τις τελευταίες ανακαλύψεις, αλλά και να συνεισφέρουν νέα δεδομένα για τη συνεχή βελτίωση του επιστημονικού αρχείου.

## 1.3 Απαιτήσεις Εφαρμογής σε Δεδομένα

Η εφαρμογή MilkyWayDB απαιτεί μια επεκτάσιμη, συνεκτική και υψηλής απόδοσης βάση δεδομένων, ικανή να διαχειριστεί μεγάλο όγκο αστρονομικών παρατηρήσεων και χαρακτηριστικών ουράνιων σωμάτων. Η αρχιτεκτονική της βασίζεται αποκλειστικά σε δομημένα δεδομένα (structured data), ενώ τα ογκώδη επιστημονικά αρχεία, όπως φάσματα και χρονοσειρές φωτός, **δεν αποθηκεύονται στη SQL βάση**, αλλά σε εξωτερικό σύστημα αποθήκευσης, με τη βάση να διατηρεί μόνο μεταδεδομένα και συνδέσμους.

### Εκτιμώμενος όγκος δεδομένων

- **Αστρα:** ~1.000.000 εγγραφές
- **Πλανήτες και δορυφόροι:** ~100.000–150.000 εγγραφές
- **Παρατηρήσεις:** ~20.000.000 εγγραφές (πιο “βαρύ” dataset)
- **Μαύρες Τρύπες, Νεφελώματα, Debris Disks:** ~20.000–50.000 εγγραφές συνολικά
- **Χρήστες & ιστορικό ενεργειών:** ~5.000 χρήστες, έως ~1M εγγραφές/έτος σε logs

Ο συνολικός αρχικός όγκος της βάσης υπολογίζεται περίπου στα **20–40 GB**, με δυνατότητα επέκτασης σε πολλαπλάσια μεγέθη καθώς ενσωματώνονται νεότερα αστρονομικά δεδομένα (π.χ. Gaia, TESS, PLATO).

### **Απαιτήσεις κλιμακωσιμότητας**

- Υποστήριξη εκατομμυρίων εγγραφών ανά πίνακα.
- Αποτελεσματικά ευρετήρια (indexes) σε πρωτεύοντα κλειδιά, ξένα κλειδιά και συχνά χρησιμοποιούμενα πεδία (τύπος ουράνιου σώματος, Constellation, Id).
- Δυνατότητα ταχείας ανάκτησης δεδομένων σε σύνθετα JOIN.

### **Απαιτήσεις απόδοσης**

- Χρόνος απόκρισης σύντομων ερωτημάτων < 0.5s.
- Χρόνος εκτέλεσης σύνθετων ερωτημάτων με πολλαπλές συσχετίσεις < 2s.
- Υποστήριξη πολλών ταυτόχρονων αναγνώσεων χωρίς απώλεια απόδοσης.

### **Απαιτήσεις ακεραιότητας & πρόσβασης**

- Ισχυρή επιβολή περιορισμών ακεραιότητας (primary/foreign keys, τύποι τιμών).
- Διαφοροποίηση ρόλων (Admin, Verified User, Hobbyist) με ξεχωριστά δικαιώματα.
- Οι προτάσεις εισαγωγής/τροποποίησης δεδομένων από Verified Users αποθηκεύονται πρώτα σε πίνακα “Pending Observations” και εγκρίνονται από Admin πριν ενσωματωθούν.

Η βάση δεδομένων σχεδιάζεται ώστε να είναι επεκτάσιμη, αποδοτική και συμβατή με την αύξηση αστρονομικών δεδομένων τα επόμενα χρόνια, παρέχοντας σταθερή πλατφόρμα για επιστημονική ανάλυση και συνεχείς ενημερώσεις.

## 2 Κατηγορίες Χρηστών και Απαιτήσεις τους

{Αναφέρετε όλους τους πιθανούς χρήστες του συστήματός σας και καταγράψτε επιγραμματικά τις απαιτήσεις τους}

### Διαχειριστής:

Έχει ως ευθύνη την **πλήρη διαχείριση** και **διατήρηση** της βάσης δεδομένων, διασφαλίζοντας την επιστημονική ακρίβεια και την τεχνική ακεραιότητα του συστήματος. Τα δικαιώματά του είναι τα εξής:

- **Πλήρης Έλεγχος Δεδομένων:** Να προσθέτει, να τροποποιεί, να διαγράφει και να διαβάζει **όλα** τα αστρονομικά δεδομένα.
- **Διαχείριση Ρόλων:** Να δημιουργεί, να τροποποιεί και να ανακαλεί ρόλους και δικαιώματα όλων των χρηστών.
- **Επεξεργασία Αιτημάτων:** Να έχει πρόσβαση στον **Πίνακα Αιτήσεων** για να ελέγχει και να εγκρίνει ή να απορρίπτει τις προτάσεις των Ερασιτεχνών Verified Users.
- **Επικοινωνία:** Να έχει πρόσβαση στα στοιχεία επικοινωνίας των Verified Users για σκοπούς επαλήθευσης των υποβαλλόμενων δεδομένων.

### Ερασιτέχνης Verified User:

Έχει ως ευθύνη την **υποβολή** νέων, επαληθευμένων αστρονομικών παρατηρήσεων ή διορθώσεων (π.χ. καταγραφή νέου μεταβλητού ή αστέρα, βελτίωση θέσης), οι οποίες πρέπει να εγκριθούν από τον Διαχειριστή πριν την ενσωμάτωση. Τα δικαιώματά του περιλαμβάνουν:

- **Πρόσβαση Ανάγνωσης:** Να αναζητά και να βλέπει **όλα** τα υπάρχοντα, επίσημα δεδομένα της βάσης (όπως ο Χομππίστας).
- **Υποβολή Προτάσεων:** Να μπορεί να καταχωρίζει **μόνο** νέες προτάσεις για εισαγωγή/τροποποίηση δεδομένων σε έναν προσωρινό **Πίνακα Αιτήσεων**.
- **Έλεγχος Κατάστασης:** Να παρακολουθεί την κατάσταση των προτάσεων που έχει υποβάλει ο ίδιος (π.χ. εκκρεμεί, εγκρίθηκε, απορρίφθηκε).
- **Αποφυγή Αλλαγών:** Να μην μπορεί να επεξεργαστεί ή να διαγράψει τα επίσημα, εγκεκριμένα δεδομένα.

### Χομπίστας:

Έχει ως ευθύνη την **εξερεύνηση** και **κατανάλωση** των δεδομένων της βάσης για προσωπικούς ή εκπαιδευτικούς λόγους (π.χ. εύρεση του επόμενου αστερισμού που θα παρατηρήσει, μελέτη των φάσεων εξέλιξης).

- **Ανάγνωση Δεδομένων:** Να έχει πρόσβαση σε **όλο το πλήθος** των επίσημων αστρονομικών δεδομένων.
- **Αναζήτηση & Φιλτράρισμα:** Να εκτελεί σύνθετα ερωτήματα, φιλτράροντας και ταξινομώντας τα δεδομένα (π.χ. "όλοι οι ερυθροί γίγαντες στον αστερισμό του Ωρίωνα").
- **Ασφάλεια Δεδομένων:** Να μην μπορεί να εκτελέσει καμία ενέργεια που θα μπορούσε να μεταβάλει τα δεδομένα.

### Ερευνητής:

Έχει ως ευθύνη την **άμεση εισαγωγή** νέων, επιστημονικά έγκυρων αστρονομικών δεδομένων στη βάση, καθώς και την επικαιροποίηση των δικών του καταχωρίσεων. Τα δικαιώματα του περιλαμβάνουν:

- **Ανάγνωση Δεδομένων:** Να έχει πρόσβαση σε **όλο το πλήθος** των επίσημων αστρονομικών δεδομένων (όπως ο Χομπίστας).
- **Εισαγωγή (Insert) Δεδομένων:** Να μπορεί να προσθέτει **άμεσα** νέες καταχωρίσεις (αστρικά σώματα, παρατηρήσεις, μετρήσεις) στους κύριους πίνακες δεδομένων.
- **Τροποποίηση (Update) Δεδομένων:** Να μπορεί να τροποποιεί ή να διαγράφει **μόνο** τα δεδομένα που έχει εισάγει ο ίδιος (π.χ. διόρθωση μίας δικής του μέτρησης ή παρατήρησης).
- **Διαγραφή (Delete) Δεδομένων:** Να μπορεί να διαγράφει **μόνο** τις καταχωρίσεις που έχει εισάγει ο ίδιος.
- **Αποφυγή Διαχείρισης:** Να μην μπορεί να επεξεργαστεί δεδομένα που εισήχθησαν από άλλους χρήστες ή να εκτελέσει ενέργειες διαχείρισης συστήματος (π.χ. διαχείριση ρόλων ή επεξεργασία αιτημάτων).



# 3 Μοντέλο Οντοτήτων/Συσχετίσεων

## 3.1 Γενική Περιγραφή

Οι οντότητες που παρουσιάζονται στην βάση δεδομένων είναι οι εξής:

- Constellation
- Planetary System
- Celestial Object
- Star
- Planet
- Satellite
- Debris Disk
- Black Hole
- Nebula
- Observation

Οι υποθέσεις που συνθέτουμε για την υλοποίηση της συγκεκριμένης βάσης είναι οι εξής:

1. Το **Constellation** αποτελείται από ένα σύνολο από πλανητικά συστήματα (Planetary System). Ακόμη αποτελείται και από άλλα αντικείμενα, συγκεκριμένα Black Hole και Nebula που δεν ανήκουν στην κατηγορία Planetary System. Έχει χαρακτηριστικά όπως την συνολική του επιφάνεια, το τεταρτημόριο στην θέση του σύμπαντος, γεωμετρική περιγραφή και το όνομα του. Κάθε αστερισμός είναι μοναδικός και έχει το δικό του id.
2. Τα **Planetary System** είναι υποσύνολο του Constellation και έχουν συγκεκριμένη δομή. Για αυτό τον λόγο θεωρούμε το Black Hole και Nebula οντότητες που δεν αποτελούν μέρος αυτής της οντότητας. Έχει σαν χαρακτηριστικά το id του, όνομα, την απόσταση από τη γη και το constellation\_id που δείχνει σε ποιον αστερισμό ανήκει. Για να υφίσταται ένα Planetary System πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα αστέρι και έναν πλανήτη και να είναι μέρος ενός Αστερισμού Constellation.
3. Το **Star** είναι ένα από τα αστέρια που βρίσκονται σε ένα Planetary System. Έχουν ως χαρακτηριστικά τη φάση εξέλιξή τους, τη μάζα, τη θερμοκρασία επιφάνειας, την απόσταση του από τη Γη, την ηλικία, την φωτεινότητα, το id τους (κληρονομήθηκε από το celestial object) και το planetary system id που δείχνει σε

ποιο πλανητικό σύστημα ανήκει. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κάποιο Planetary System αποτελείται από 1 έως N Stars.

4. Το **Planet** είναι ο πλανήτης που ανήκει σε κάποιο πλανητικό σύστημα. Έχει χαρακτηριστικά τον τύπο του πλανήτη, διάμετρο, μάζα, περίοδος περιστροφής, θερμοκρασία επιφάνειας και θερμοκρασία πυρήνα, απόσταση από τη Γη, απόσταση από το κέντρο του συστήματος που ανήκει, το PlanetarySystem\_Id που δείχνει σε πιο πλανητικό σύστημα βρίσκεται, το id και το όνομα του (τα οποία κληρονομεί από το celestial object). Ακόμη υπάρχει και το Habitability που δείχνει αν ο πλανήτης ανήκει σε κατοικήσιμη ζώνη. Δεν μπορεί να υπάρξει πλανήτης που δεν ανήκει σε κάποιο πλανητικό σύστημα.
5. Επόμενη Οντότητα είναι το **Satellite**. Κάθε πλανήτης μπορεί να έχει από 0 έως N φυσικούς δορυφόρους. Έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά του Planet με διαφορά ότι ένα Satellite δείχνει στο planet id, δηλαδή γύρω από ποιον πλανήτη περιστρέφεται. Είναι ασθενής οντότητα και δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς το Planet.
6. Το **Observation** είναι οντότητα που αποθηκεύει δεδομένα σχετικά με κάποια παρατήρηση κάποιου αστρικού αντικείμενου. Ως παρατηρίσιμη οντότητα για την δική μας βάση θεωρούμε τα Planet, Star, Nebula, Black Hole, Debris Disk. Οι υπόλοιπες μορφές οντοτήτων αποτελούν ευρύτερα σύνολα που συντελούνται από τα παραπάνω (Constellation, Planetary System). Ως χαρακτηριστικά για την συγκεκριμένη οντότητα έχουμε την μέθοδο μέσω της οποίας ανακαλύφθηκε, την ημερομηνία, το observation status που αφορά την βεβαιότητα της παρατήρησης, το εργαλείο με το οποίο έγινε η παρατήρηση και το όνομα του ερευνητή. Έχει N:1 σχέση με το Celestial\_Object καθώς πολλά observations μπορούν να κατοχυρωθούν για ένα Celestial Object.
7. Το **Debris Disk** αφορά σύνολα (δίσκοι, δακτύλιοι) κομητών, πετρωμάτων ή και αστρικών απομεινاريών που βρίσκονται σε ένα Planetary System. Έχει χαρακτηριστικά: αναγνωριστικό Id, όνομα (κληρονομούνται από το celestial object), τύπος, εσωτερική και εξωτερική ακτίνα, μέση θερμοκρασία, μάζα, την σύσταση του από χημικά στοιχεία, και το planetary system id που δείχνει σε ποιο Planetary System βρίσκεται.

8. Το **Black Hole** είναι το table που περιγράφει μία μαύρη τρύπα. Έχει ως χαρακτηριστικά το αναγνωριστικό id της και το όνομα της (κληρονομούνται από το celestial object), τον τύπο μαύρης τρύπας, τη μάζα της, την περιστροφή της, την ακτίνα του Ορίζοντα Γεγονότων και την απόσταση της από τη γη. Επιπλέον έχει το χαρακτηριστικό **Constellation\_Id** που δείχνει στο table Constellation που έχει πληροφορίες σχετικά με τον αστερισμό που αυτή ανήκει. Σημαντική διαφορά με άλλες διαστρικές οντότητες: Αποτελεί μια οντότητα που δεν είναι υποσύνολο του Planetary System. Συγκεκριμένα ένα Constellation μπορεί να αποτελείται, μεταξύ άλλων, και από ανεξάρτητα διαστρικά σώματα όπως νεφελώματα (Nebula) και μαύρες τρύπες (**Black Hole**). Ένα Constellation μπορεί να έχει από 0 έως N τέτοιες οντότητες. Είναι ισχυρή οντότητα αλλά δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να είναι μέρος ενός αστερισμού.
9. Η οντότητα **Nebula** αποτελεί παρόμοια δομή με αυτή του Black Hole. Είναι ανεξάρτητο αντικείμενο σε έναν αστερισμό (Constellation). Ένα Constellation μπορεί να έχει από 0 έως N τέτοιες οντότητες. Τα χαρακτηριστικά της είναι τα εξής: το αναγνωριστικό και το όνομα (κληρονομούνται από το celestial object), τον τύπο, το φυσικό μέγεθος, την κύρια σύσταση χημικών στοιχείων τους και την απόσταση της από τη γη. Επιπλέον, αυτή η δομή έχει και το 'Constellation\_Id'. Είναι ισχυρή οντότητα αλλά δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να είναι μέρος ενός αστερισμού.
10. Τέλος το **Celestial Object** είναι μια υπερκλάση που η ύπαρξή της εξυπηρετεί τη διαχείριση κοινών σχέσεων και παρατηρήσεων (Observation), καθώς επιτρέπει την ενιαία αναφορά σε κάθε τύπο ουράνιου σώματος χωρίς επαναλήψεις ή περιττές συσχετίσεις. Στην ουσία ένα Celestial Object μπορεί να είναι μια οντότητα τύπου: Star, Debris Disk, Nebula, Planet, Black Hole. Αφαιρούμε το Satellite διότι είναι δύσκολο να παρατηρηθεί ως οντότητα από τηλεσκόπια. Είναι ένας βοηθητικός τύπος οντότητας που απλοποιεί την μορφή του πίνακα observation ώστε να μην δείχνει κάθε πίνακας σε αυτόν. Έχει ως χαρακτηριστικά ένα id και το object\_type, τον τύπο του αντίστοιχου αστρικού σώματος. Ακόμη για να αποφύγουμε πολλές εγγραφές με τα ονόματα των πλανητών, αστερών κλπ, έχει ως χαρακτηριστικό το όνομα του αντίστοιχου αστρικού σώματος.

## 3.2 Καθορισμός Οντοτήτων

| Όνομα Οντότητας | Planet  |
|-----------------|---|
| Περιγραφή       | Οντότητα που δίνει πληροφορίες για τους πλανήτες που παρατηρούνται σε κάποιο ηλιακό σύστημα   |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα αλλά δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να δείχνει σε κάποιο PlanetarySystem. Κληρονομεί κλειδί από το CelestialObject. Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> . |
| Γνώρισματα      | <u>Celestial_Id</u>   |
|                 | DistanceFrom_Earth  |
|                 | DistanceFrom_Center   |
|                 | Orbital_Period  |
|                 | Habitability  |
|                 | CoreTemp  |
|                 | SurfaceTemp   |
|                 | Diameter  |
|                 | Mass  |
|                 | Planet_Type   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| Όνομα Οντότητας | Satellite  |
| Περιγραφή       | Οντότητα που δίνει πληροφορίες για τους δορυφόρους που παρατηρούνται γύρω από κάποιον πλανήτη  |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ασθενής</b> οντότητα ως προς το Planet. Ένα Planet μπορεί να υπάρξει χωρίς δορυφόρους αλλά ένας δορυφόρος δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς Planet. |
| Γνωρίσματα      | <u>Name</u>  |
|                 | SurfaceTemp  |
|                 | Satellite_Type   |
|                 | Diameter   |
|                 | Mass   |

| Όνομα Οντότητας | Observation  |
|-----------------|--|
| Περιγραφή       | Οντότητα που δίνει πληροφορίες για μια παρατήρηση που μπορεί να έχει πραγματοποιηθεί.  |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα αλλά δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να δείξει σε κάποιο celestial object (δεν μπορεί να υφίσταται παρατήρηση χωρίς κάποιο αντικείμενο να παρατηρηθεί). |
| Γνωρίσματα      | <u>Id</u>  |
|                 | Method   |
|                 | InstrumentType   |
|                 | Date   |
|                 | ObservationStatus  |
|                 | Researcher_Name  |

| Όνομα Οντότητας | CelestialObject  |
|-----------------|--|
| Περιγραφή       | Οντότητα που λειτουργεί ως γενικευμένη αφηρημένη οντότητα που ενοποιεί όλα τα είδη ουράνιων σωμάτων που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων. Είναι μια υπερκλάση με υποκλάσεις : (Star, Planet, Black Hole, Nebula, Debris Disk).                   |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα (υπερκλάση) αφού δεν χρειάζεται κάποιο ξένο κλειδί από άλλη οντότητα για να περιγραφεί. Επιβάλλεται όμως να έχει παρατηρηθεί τουλάχιστον μία φορά. Έχει υποκλάσεις : (Star, Planet, Black Hole, Nebula, Debris Disk). |
| Γνωρίσματα      | <u>Id</u>  |
|                 | Object_Type  |
|                 | Name   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| Όνομα Οντότητας | <b>Debris Disk</b>   |
| Περιγραφή       | Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τους Δίσκους-Δακτύλιους Πετρωμάτων και Αστρικών Απομεινاريών   |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα. Κληρονομεί κλειδί από το <u>CelestialObject</u> . Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> . Δεν μπορεί να υπάρξει αν δεν ανήκει σε κάποιο Planetary System |
| Γνωρίσματα      | <u>Celestial_Id</u>  |
|                 | DebrisDisk_Type  |
|                 | InnerRadius  |
|                 | OuterRadius  |
|                 | Mass   |
|                 | MainComposition  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| Όνομα Οντότητας | <b>Black Hole</b>   |
| Περιγραφή       | Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τις Μαύρες Τρύπες |

|            |   |
|------------|---|
| Ιδιότητες  | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα. Ένας αστερισμός (constellation) μπορεί να υπάρξει χωρίς μαύρες τρύπες αλλά μία μαύρη τρύπα <b>δεν</b> μπορεί να υπάρξει χωρίς να ανήκει σε κάποιον Αστερισμό. Κληρονομεί κλειδί από το <u>CelestialObject</u> . |
| Γνωρίσματα | <u>Celestial_Id</u>   |
|            | BlackHole_Type  |
|            | DistanceFromEarth   |
|            | Mass  |
|            | Spin  |
|            | EventHorizonRadius  |

|                 |  |
|-----------------|--|
| Όνομα Οντότητας | <b>Nebula</b>  |
| Περιγραφή       | Οντότητα που δίνει πληροφορίες σχετικά με τα Νεφελώματα  |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα. Ένας αστερισμός (constellation) μπορεί να υπάρξει χωρίς νεφελώματα αλλά ένα νεφέλωμα <b>δεν</b> μπορεί να υπάρξει χωρίς να ανήκει σε κάποιον Αστερισμό. Κληρονομεί κλειδί από το <u>CelestialObject</u> .Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> . |
| Γνωρίσματα      | <u>Celestial_Id</u>  |
|                 | Nebula_Type  |
|                 | DistanceFromEarth  |
|                 | PhysicalSize   |
|                 | PrimaryComposition   |



| Όνομα Οντότητας | Star   |
|-----------------|--|
| Περιγραφή       | Οντότητα που αποθηκεύει όλες τις κρίσιμες πληροφορίες για ένα άστρο (π.χ., Ήλιος, Proxima Centauri), το οποίο είναι το κεντρικό στοιχείο ενός Πλανητικού Συστήματος.   |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα. Δεν μπορεί να υπάρξει Star χωρίς Planetary System, αλλά ούτε Planetary System χωρίς Star. Κληρονομεί Primary Key από το <u>CelestialObject</u> . Είναι υποκλάση του <u>CelestialObject</u> . |
| Γνωρίσματα      | <u>Celestial_Id</u>  |
|                 | SurfaceTemp  |
|                 | Age  |
|                 | DistanceFromEarth  |
|                 | Luminocity   |
|                 | Mass   |
|                 | Phase  |

| Όνομα Οντότητας | Constellation  |
|-----------------|--|
| Περιγραφή       | Οντότητα που περιγράφει μια μοναδική περιοχή του ουράνιου στερεώματος. Περιέχει <b>Πλανητικά Συστήματα</b> , <b>Μαύρες Τρύπες (Black Hole)</b> και <b>Νεφελώματα (Nebula)</b> .  |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>ισχυρή</b> οντότητα. Λειτουργεί ως το υψηλότερο επίπεδο ομαδοποίησης στην βάση δεδομένων. Δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς 1 ή περισσότερα Planetary Systems, και αντίστοιχα ένα planetary system δεν μπορεί να <b>μην ανήκει</b> σε κάποιο Constellation. |
| Γνωρίσματα      | <u>Id</u>  |
|                 | Name   |
|                 | Area   |
|                 | History  |
|                 | Geometrical_Description  |
|                 | Quadrant   |

| Όνομα Οντότητας | PlanetarySystem  |
|-----------------|--|
| Περιγραφή       | Οντότητα που περιγράφει ένα υποσύνολο ενός Αστερισμού. Περιλαμβάνει N σε πλήθος Άστρα (Stars) και Πλανήτες(Planets).   |
| Ιδιότητες       | Είναι <b>Ισχυρή</b> οντότητα. Ένα planetary system δεν μπορεί να <b>μην ανήκει</b> σε κάποιο Constellation, όπως επίσης <b>πρέπει</b> να έχει τουλάχιστον 1 Star και 1 τουλάχιστον Planet. |
| Γνωρίσματα      | <u>Id</u>  |
|                 | Name   |
|                 | DistanceFromEarth  |

### 3.3 Καθορισμός Συσχετίσεων

| Όνομα Συσχέτισης   | PlanetarySystem_Has_Planet   |
|--------------------|--|
| Περιγραφή          | Ένα Πλανητικό Σύστημα μπορεί να έχει ένα πλήθος πλανητών που περιφέρονται γύρω από αυτό. |
| Ιδιότητες          | Has-A, Μη Προσδιορίζουσα   |
| Λόγος πληθικότητας | 1:N (Ένα πλανητικό σύστημα μπορεί να έχει N σε πλήθος πλανήτες).                         |

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
|           |                               |
| Συμμετοχή | <b>PlanetarySystem: Ολική</b> |
|           | <b>Planet: Ολική</b>          |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Όνομα Συσχέτισης</b>   | <b>PlanetarySystem_Has_Star</b>  |
| <b>Περιγραφή</b>          | Κάθε Πλανητικό Σύστημα αποτελείται από N σε πλήθος Άστρα (το κεντρικό άστρο/άστρα). Για να υφίσταται πλανητικό σύστημα απαιτούμε την ύπαρξη τουλάχιστον ενός άστρου. |
| <b>Ιδιότητες</b>          | Has-A, Μη Προσδιορίζουσα   |
| <b>Λόγος πληθικότητας</b> | <b>1:N</b> (Ένα Σύστημα έχει πολλά Άστρα, αλλά κάθε Άστρο ανήκει σε ένα μόνο Σύστημα)  |
| Συμμετοχή                 | <b>Planetary System: Ολική</b>   |
|                           | <b>Star: Ολική</b>   |

|                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| <b>Όνομα Συσχέτισης</b> | <b>PlanetarySystem_Has_DebrisDisk</b> |
|-------------------------|---------------------------------------|

|                    |   |
|--------------------|---|
| Περιγραφή          | Ένα Πλανητικό Σύστημα μπορεί να περιέχει N σε πλήθος Δίσκους Απομεινاريων (Debris Disks).                 |
| Ιδιότητες          | Has-A, Μη Προσδιορίζουσα  |
| Λόγος πληθικότητας | 1:N (Ένα Σύστημα έχει πολλούς Δίσκους).   |
| Συμμετοχή          | <b>Planetary System: Μερική</b>   |
|                    | <b>Debris Disk: Ολική</b> (Ένας Δίσκος Απομεινariών <b>πρέπει</b> να βρίσκεται σε ένα Πλανητικό Σύστημα). |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Όνομα Συσχέτισης   | <b>Constellation_Has_PlanetarySystem</b>   |
| Περιγραφή          | Κάθε αστερισμός περιέχει ένα πλήθος από Πλανητικά Συστήματα.                                     |
| Ιδιότητες          | Has-A, Μη Προσδιορίζουσα   |
| Λόγος πληθικότητας | 1:N (Ένας αστερισμός περιέχει πολλά συστήματα, αλλά κάθε σύστημα ανήκει σε έναν μόνο αστερισμό). |
| Συμμετοχή          | Constellation: Ολική   |

|  |                         |
|--|-------------------------|
|  | Planetary System: Ολική |
|--|-------------------------|

|                    |  |
|--------------------|--|
| Όνομα Συσχέτισης   | Constellation_Has_BlackHole                          |
| Περιγραφή          | Ενας αστερισμός περιέχει N σε πλήθος Μαύρες Τρύπες.  |
| Ιδιότητες          | Has-A, Μη Προσδιορίζουσα                             |
| Λόγος πληθικότητας | 1:N (Ένας Αστερισμός περιέχει πολλές Μαύρες Τρύπες). |
| Συμμετοχή          | Constellation: Μερική                                |
|                    | Black Hole: Ολική                                    |

|                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| Όνομα Συσχέτισης | Constellation_Has_Nebula |
|------------------|--------------------------|

|                    |  |
|--------------------|--|
| Περιγραφή          | Ένας αστερισμός περιέχει N σε πλήθος Νεφελώματα. |
| Ιδιότητες          | Has-A, Μη Προσδιορίζουσα                         |
| Λόγος πληθικότητας | 1:N (Ένας Αστερισμός περιέχει πολλά Νεφελώματα)  |
| Συμμετοχή          | Constellation: Μερική                            |
|                    | Black Hole: Ολική                                |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Όνομα Συσχέτισης   | Planet_Has_Satellite   |
| Περιγραφή          | Κάθε πλανήτης μπορεί να έχει ένα πλήθος δορυφόρων που στρέφονται γύρω από αυτόν. |
| Ιδιότητες          | Has-A, Προσδιορίζουσα  |
| Λόγος πληθικότητας | 1:N  |
| Συμμετοχή          | Planet: Μερική Συμμετοχή του   |
|                    | Satellite: Ολική Συμμετοχή του   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Όνομα Συσχέτισης</b>   | <b>Planet_Is_A_CelestialObject</b>                                |
| <b>Περιγραφή</b>          | Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένας πλανήτης. |
| <b>Ιδιότητες</b>          | Is-A, <b>Εξειδίκευση</b>  |
| <b>Λόγος πληθικότητας</b> | 1:1   |
| <b>Συμμετοχή</b>          | CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του                             |
|                           | Planet: Ολική Συμμετοχή του                                       |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Όνομα Συσχέτισης</b>   | <b>Star_Is_A_CelestialObject</b>                               |
| <b>Περιγραφή</b>          | Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένα αστέρι. |
| <b>Ιδιότητες</b>          | Is-A, <b>Εξειδίκευση</b>                                       |
| <b>Λόγος πληθικότητας</b> | 1:1  |
| <b>Συμμετοχή</b>          | CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του                          |
|                           | Star: Ολική Συμμετοχή του                                      |



|                    |   |                      |
|--------------------|---|----------------------|
| Όνομα Συσχέτισης   | <b>Nebula_Is_A_CelestialObject</b>  |                      |
| Περιγραφή          | Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένα νεφέλωμα (Nebula). |                      |
| Ιδιότητες          | Is-A, <b>Εξειδίκευση</b>  |                      |
| Λόγος πληθικότητας | 1:1   |                      |
| Συμμετοχή          | CelestialObject:  | Μερική Συμμετοχή του |
|                    | Nebula:   | Ολική Συμμετοχή του  |

|                  |                                       |  |
|------------------|---------------------------------------|--|
| Όνομα Συσχέτισης | <b>BlackHole_Is_A_CelestialObject</b> |  |
|------------------|---------------------------------------|--|

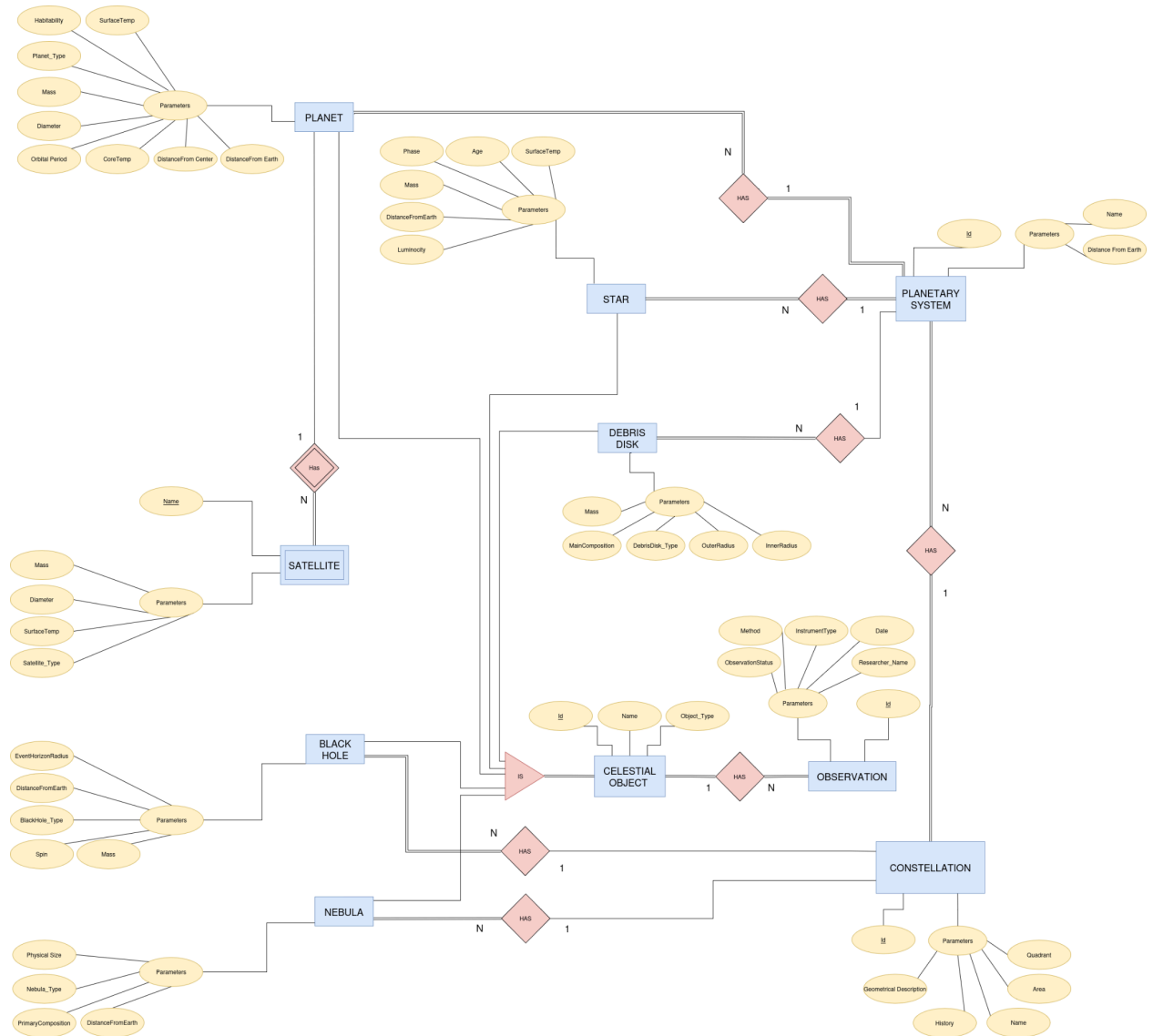
|                    |   |
|--------------------|---|
| Περιγραφή          | Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι μια μαύρη τρύπα. |
| Ιδιότητες          | Is-A, Εξειδίκευση   |
| Λόγος πληθικότητας | 1:1   |
| Συμμετοχή          | CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του                               |
|                    | BlackHole: Ολική Συμμετοχή του                                      |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Όνομα Συσχέτισης   | DebrisDisk_Is_A_CelestialObject   |
| Περιγραφή          | Ένα Celestial Object(αστρικό σώμα) μπορεί να είναι ένας δίσκος κομητών. |
| Ιδιότητες          | Is-A, Εξειδίκευση   |
| Λόγος πληθικότητας | 1:1   |
| Συμμετοχή          | CelestialObject: Μερική Συμμετοχή του                                   |
|                    | DebrisDisk: Ολική Συμμετοχή του   |

|                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| Όνομα Συσχέτισης | Observation_has_CelestialObject |
|------------------|---------------------------------|

|                           |  |
|---------------------------|--|
|                           |  |
| <b>Περιγραφή</b>          | Πολλές παρατηρήσεις μπορούν να έχουν κατοχωρωθεί για ένα αστρικό σώμα (CelestialObject). |
| <b>Ιδιότητες</b>          | Has-A  |
| <b>Λόγος πληθικότητας</b> | N:1  |
| <b>Συμμετοχή</b>          | CelestialObject: Ολική Συμμετοχή του   |
|                           | Observation: Ολική Συμμετοχή του   |

### 3.4 Διάγραμμα Οντοτήτων/Συσχετίσεων



# 4 Σχεσιακό Μοντέλο

## 4.1 Πεδία Ορισμού

| Πεδίο Ορισμού         | Τύπος                              |
|-----------------------|------------------------------------|
| Ακέραιος              | INT UNSIGNED                       |
| Όνομα                 | VARCHAR(50)                        |
| Αδιάστατο             | DECIMAL(5,4)                       |
| Απλό Αλφαριθμητικό    | VARCHAR(100)                       |
| Ακτίνα                | DECIMAL(12,3) (Astronomical Units) |
| Απόσταση              | DECIMAL(10,2) (Light Years)        |
| Απόσταση_km           | DECIMAL(12,2)                      |
| Διάμετρος_ly          | DECIMAL(6,2)                       |
| Ηλικία                | DECIMAL(11,2)                      |
| Γήινη Μάζα            | DECIMAL(5,2)                       |
| Ηλιακή Μάζα           | DECIMAL(6,3)                       |
| Εμβαδόν               | DECIMAL(8,3)                       |
| Θερμοκρασία           | INT                                |
| Μάζα_Δίσκου           | DECIMAL(10,6)                      |
| Όργανο Παρακολούθησης | VARCHAR(100)                       |
| Τύπος_Σώματος         | ENUM                               |
| Κείμενο               | TEXT                               |
| Ημερομηνία            | DATE                               |
| Ηλιακή Φωτεινότητα    | DECIMAL(6,5)                       |
| Περίοδος              | DECIMAL(8,5)                       |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Κατοικησιμότητα | BIT |
|-----------------|-----|

## 4.2 Σχέσεις

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Όνομα Σχέσης       | Star               |
| Γνωρίσματα:        |                    |
| Όνομα              | Τύπος              |
| Celestial_Id       | Ακέραιος           |
| PlanetarySystem_Id | Ακέραιος           |
| DistanceFromEarth  | Απόσταση           |
| Mass               | Ηλιακή Μάζα        |
| Age                | Ηλικία             |
| SurfaceTemp        | Θερμοκρασία        |
| Luminocity         | Ηλιακή φωτεινότητα |
| Phase              | Κείμενο            |
| Περιορισμοί        | Ακεραιότητας:      |



|              |   |
|--------------|---|
|              |   |
| Ξένα Κλειδιά | - |

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Όνομα Σχέσης              | PlanetarySystem      |
| Γνωρίσματα:               |                      |
| Όνομα                     | Τύπος                |
| PlanetarySystem_Id        | Ακέραιος             |
| Name                      | Όνομα                |
| DistanceFromEarth         | Απόσταση             |
| Constellation_Id          | Ακέραιος             |
| Περιορισμοί Ακεραιότητας: |                      |
| Πρωτεύον Κλειδί           | {PlanetarySystem_Id} |



|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
|                     |                    |
| <b>Ξένα Κλειδιά</b> | {Constellation_Id} |

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| <b>Όνομα Σχέσης</b> | Planet       |
| <b>Γνωρίσματα:</b>  |              |
| <b>Όνομα</b>        | <b>Τύπος</b> |
| Celestial_Id        | Ακέραιος     |
| DistanceFrom_Center | Απόσταση_km  |
| PlanetarySystem_Id  | Ακέραιος     |
| DistanceFrom_Earth  | Απόσταση     |



|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| Name                      | Όνομα       |
| Diameter                  | Ακτίνα      |
| Planet_Id                 | Αέρας       |
| Mass                      | Γήινη Μάζα  |
| SurfaceTemp               | Θερμοκρασία |
| Satellite_Type            | Κείμενο     |
| Περιορισμοί Ακεραιότητας: |             |
| ΜΕΡΙΚΟ Κλειδί             | {Name}      |
| Ξένα Κλειδιά              | {Planet_Id} |

|              |             |
|--------------|-------------|
| Όνομα Σχέσης | Observation |
|--------------|-------------|

| Γνωρίσματα:               |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Όνομα                     | Τύπος                 |
| Observation_Id            | Ακέραιος              |
| Celestial_Id              | Ακέραιος              |
| Method                    | Όργανο Παρακολούθησης |
| InstrumentType            | Απλό Αλφαριθμητικό    |
| Date                      | Ημερομηνία            |
| Researcher_Name           | Όνομα                 |
| ObservationStatus         | Απλό Αλφαριθμητικό    |
| Περιορισμοί Ακεραιότητας: |                       |
| Πρωτεύον Κλειδί           | {Observation_Id}      |
| Ξένα Κλειδιά              | {Celestial_Id}}       |

| Όνομα Σχέσης | CelestialObject |
|--------------|-----------------|
| Γνωρίσματα:  |                 |

| Όνομα                     | Τύπος          |
|---------------------------|----------------|
| Celestial_Id              | Ακέραιος       |
| Object_Type               | Τύπος_Σώματος  |
| Name                      | Όνομα          |
| Περιορισμοί Ακεραιότητας: |                |
| Πρωτεύον Κλειδί           | {Celestial_Id} |
| Ξένα Κλειδιά              | -              |

| Όνομα Σχέσης      | Black Hole         |
|-------------------|--------------------|
| Γνωρίσματα:       |                    |
| Όνομα             | Τύπος              |
| Celestial_Id      | Ακέραιος           |
| BlackHole_Type    | Απλό Αλφαριθμητικό |
| Constellation_Id  | Ακέραιος           |
| DistanceFromEarth | Απόσταση           |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Mass  | Ηλιακή Μάζα                      |
| Spin  | Αδιάστατο                        |
| EventHorizonRadius                                    | Απόσταση_km                      |
| <b>Περιορισμοί                      Ακεραιότητας:</b> |                                  |
| <b>Πρωτεύον Κλειδί</b>                                | {Celestial_Id}                   |
| <b>Ξένα Κλειδιά</b>                                   | {Constellation_Id, Celestial_Id} |

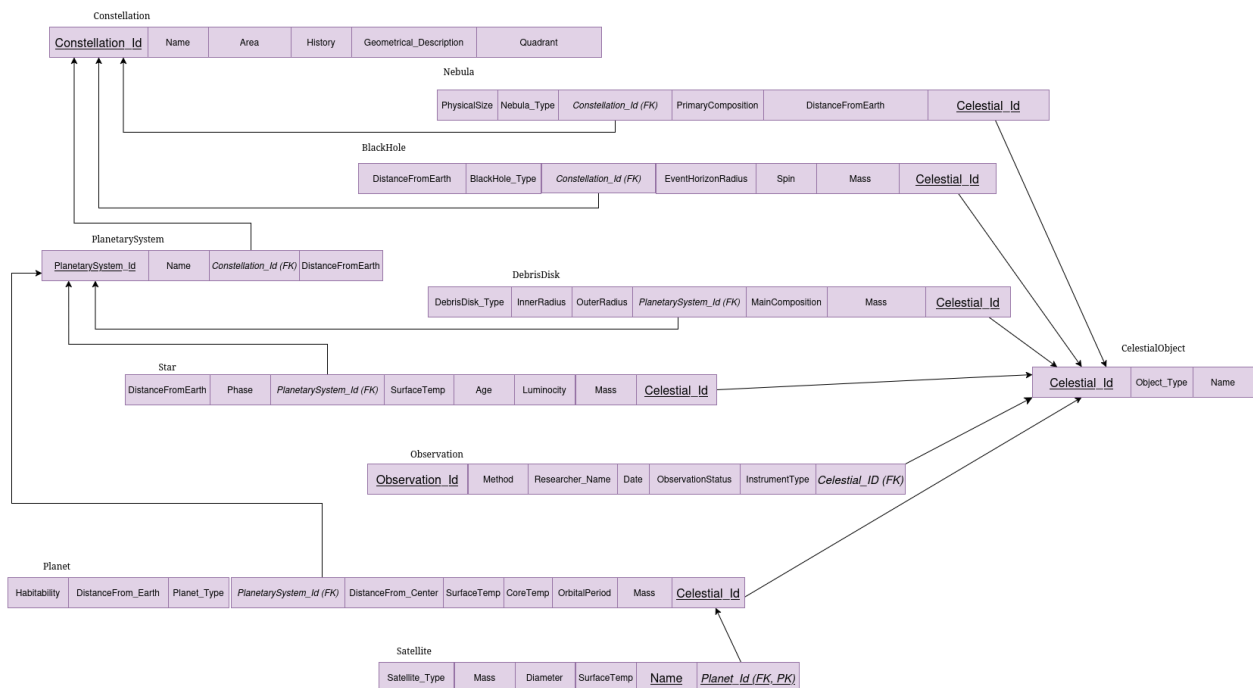
|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>Όνομα Σχέσης</b> | Nebula             |
| <b>Γνωρίσματα:</b>  |                    |
| <b>Όνομα</b>        | <b>Τύπος</b>       |
| Celestial_Id        | Ακέραιος           |
| Nebula_Type         | Απλό Αλφαριθμητικό |
| Constellation_Id    | Ακέραιος           |
| DistanceFromEarth   | Απόσταση           |
| Physical Size       | Διάμετρος_ly       |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| PrimaryComposition                              | Απλό Αλφαριθμητικό               |
| <div>Περιορισμοί</div> <div>Ακεραιότητας:</div> |                                  |
| Πρωτεύον Κλειδί                                 | {Celestial_Id}                   |
| Ξένα Κλειδιά                                    | {Constellation_Id, Celestial_Id} |

|   |                    |
|---|--------------------|
| Όνομα Σχέσης                                    | Debris Disk        |
| Γνωρίσματα:                                     |                    |
| Όνομα   | Τύπος              |
| Celestial_Id                                    | Ακέραιος           |
| Debrisdisk_Type                                 | Απλό Αλφαριθμητικό |
| PlanetarySystem_Id                              | Ακέραιος           |
| InnerRadius                                     | Ακτίνα             |
| OuterRadius                                     | Ακτίνα             |
| Mass  | Μάζα_Δίσκου        |
| MainComposition                                 | Απλό Αλφαριθμητικό |
| <div>Περιορισμοί</div> <div>Ακεραιότητας:</div> |                    |

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| <b>Πρωτεύον Κλειδί</b> | {Celestial_Id}                     |
| <b>Ξένα Κλειδιά</b>    | {PlanetarySystem_Id, Celestial_Id} |

## 4.3 Σχεσιακό Σχήμα



## 4.4 Όψεις

1) Όψη για Φυσικούς Δορυφόρους, τον Μητρικό τους Πλανήτη και το Σύστημα

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Satellite**(Name, Diameter, SurfaceType, Satellite\_Type, Mass)



- **Planet**(Habitability,Diameter,Type,DistanceFrom\_Earth,DistanceFrom\_Center,SurfaceTemp,CoreTempMa,,OrbitalPeriod,Celestial\_Id)
- **PlanetarySystem**(Id,Constellation\_Id,Distance,Name)
- **CELESTIAL\_OBJECT**(Id,Object\_Type,Name)

$\pi_{S.Name, CO.Name, PS.Name}(Satellite \bowtie_{Satellite.Planet\_Celestial\_Id=Planet.Celestial\_Id} Planet \bowtie_{Planet.PlanetarySystem\_Id=PlanetarySystem.Id} PlanetarySystem \bowtie_{Planet.Celestial\_Id=CO.Id} CELESTIAL\_OBJECT)$

2) Όψη για πλανητικά συστήματα που έχουν κόκκινους νάνους

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Star**(Diameter,Phase,SurfaceTemp,Age,Luminocity,Mass,Celestial\_Id)

$\pi_{Mass,Luminocity}(\sigma_{Phase=Red\_Dwarf}(Star))$

3) Όψη για τύπους από πλανήτες με μεγάλη θερμοκρασία επιφάνειας.

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Planet**(Habitability,Diameter,Type,PlanetarySystem\_Id,DistanceFrom\_Earth,DistanceFrom\_Center,SurfaceTemp,CoreTempMa,,OrbitalPeriod,Celestial\_Id)

$\pi_{Type}(\sigma_{SurfaceTemp>400K}(Planet))$

4) Όψη για τους πλανήτες και το όνομα του πλανητικού συστήματος τους.

Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Planet**(Habitability,Diameter,Type,PlanetarySystem\_Id,DistanceFrom\_Earth,DistanceFrom\_Center,SurfaceTemp,CoreTempMa,OrbitalPeriod,Celestial\_Id)
- **PlanetarySystem**(Id,Constellation\_Id,Distance,Name)

$\pi_{CO.Name, PS.Name}(CELESTIAL\_OBJECT \bowtie_{CELESTIAL\_OBJECT.Id=Planet.Celestial\_Id} Planet \bowtie_{Planet.PlanetarySystem\_Id=PlanetarySystem.Id} PlanetarySystem)$

## 5 Παραδείγματα

### 5.1 Παραδείγματα Πινάκων

### Constellation

| Constellation_Id | Name           | Area | History   | Geometrical_Description   | Quadrant   |
|------------------|----------------|------|---|---|------------|
| 1                | Ωρίωνας        | 594  | Ένας από τους πιο αναγνωρίσιμους, βασισμένος στον μυθικό κυνηγό. Περιλαμβάνει το Νεφέλωμα του Ωρίωνα (M42).     | Διακρίνεται από τη χαρακτηριστική ζώνη τριών αστερών (Alnitak, Alnilam, Mintaka). | Ισημερινός |
| 2                | Ύδρα           | 1303 | Ο μεγαλύτερος αστερισμός του ουρανού, που αντιπροσωπεύει τη μυθική Λερναία Ύδρα.                                | Πολύ μεγάλο και λεπτό σχήμα, που απλώνεται σε μεγάλο μέρος του ουρανού.           | Νότιος     |
| 3                | Νότιος Σταυρός | 68   | Ο μικρότερος αστερισμός, χρησιμοποιείται για την εύρεση του Νότιου Ουράνιου Πόλου (κύριος ναυτιλιακός δείκτης). | Έχει σχήμα σταυρού ή χαρταετού, με τέσσερα φωτεινά άστρα.                         | Νότιος     |

### PlanetarySystem

| PlanetarySystem_Id | Name              | DistanceFromEarth | Constellation_Id | Age         |
|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------|
| 1                  | Alphard System    | 177               | 2                | 420.000.000 |
| 2                  | Acrux System      | 321               | 3                | 11.000.000  |
| 3                  | Betelgeuse System | 642               | 1                | 13.000.000  |

Star

| Celestial_Id | Planetary System_Id | Distance | Phase          | Surface Temp | Age | Mass | Luminocity |
|--------------|---------------------|----------|----------------|--------------|-----|------|------------|
| 1            | 1                   | 177      | Main Sequence  | 4,230        | 420 | 3    | 700        |
| 2            | 2                   | 321      | Subgiant       | 24000        | 18  | 14,5 | 25.000     |
| 3            | 3                   | 640      | Red Supergiant | 3,500        | 10  | 15   | 100.000    |

Planet

| Celestial_Id | PlanetarySystem_Id | DistanceFrom_Earth | Planet_Type | DistanceFrom_Center | Habitability | SurfaceTemp | CoreTemp | OrbitalPeriod | Mass  |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------|---------------------|--------------|-------------|----------|---------------|-------|
| 4            | 2                  | 180,620            | Gas Giant   | 54236.75            | 0            | 2,200       | 45,000   | 1752          | 1017  |
| 5            | 1                  | 14,500             | Rocky       | 8589579.82          | 0            | 850         | 7,900    | 64            | 5.8   |
| 6            | 3                  | 9556,              |             | 989857              | 0            | 380         | 14,500   | 840           | 133.5 |

|  |  |     |              |      |  |  |  |  |  |
|--|--|-----|--------------|------|--|--|--|--|--|
|  |  | 007 | Ice<br>Giant | 9.56 |  |  |  |  |  |
|--|--|-----|--------------|------|--|--|--|--|--|

Satellite

| Name     | Planet_Id | Satellite_Type | Mass  | SurfaceTemp | Diameter |
|----------|-----------|----------------|-------|-------------|----------|
| Thalmar  | 4         | Quasi          | 0.012 | 180         | 3.200    |
| Kelython | 5         | Natural        | 0.028 | 150         | 5.400    |
| Dravix   | 6         | Natural        | 0.19  | 95          | 11.800   |

Observation

| Observation_Id | Celestial_Id | Method       | Researcher_Name  | Date       | ObservationStatus | InstrumentType     |
|----------------|--------------|--------------|------------------|------------|-------------------|--------------------|
| 1              | 2            | Spectroscopy | Dr. Elena Korvin | 2034-05-10 | Completed         | Infrared-Telescope |

|   |    |                 |                   |           |             |                         |
|---|----|-----------------|-------------------|-----------|-------------|-------------------------|
| 2 | 7  | Radar Imaging   | Prof. Luis Ortega | 2035-01-  | In Progress | Deep-Space-Radar-Array  |
| 3 | 21 | Transit Photome | Dr. Mei-Ling Tan  | 2033-11-0 | Failed      | Optical-Space-Telescope |

Celestial

| Id | Object_Type | Name       |
|----|-------------|------------|
| 1  | Star        | Alphard    |
| 2  | Star        | Acrux      |
| 3  | Star        | Betelgeuse |
| 4  | Planet      | Pyrrhos    |
| 5  | Planet      | Cyralon    |
| 6  | Planet      | Varunox    |
| 21 | Black Hole  | ORI-X1     |
| 22 | Black Hole  | HYD-BH2    |
| 23 | Black Hole  | Crux-A*    |

|    |             |                             |
|----|-------------|-----------------------------|
| 31 | Nebula      | Orionis Nebula-X            |
| 32 | Nebula      | Lerna Shadow Cloud          |
| 33 | Nebula      | Crux Blue Veil              |
| 41 | Debris Disk | Alphard Dust Belt           |
| 42 | Debris Disk | Acrux Outer Disk            |
| 43 | Debris Disk | Betelgeuse Fragmentary Ring |

### Black Hole

| <u>Celestial_Id</u> | BlackHole_Type | Mass      | DistanceFromEarth | Spin | EventHorizonRadius |
|---------------------|----------------|-----------|-------------------|------|--------------------|
| 20                  | Stellar        | 12,5      | 1340,5            | 0,67 | 37.000             |
| 21                  | Intermediate   | 520       | 8700,2            | 0,81 | 1.540.000          |
| 22                  | Supermassive   | 5.800.000 | 2.000,0           | 0,99 | 17.200.000.000     |

### Nebula

| <u>Celestial_Id</u> | Nebula_Type | PhysicalSize | DistanceFromEarth | PrimaryComposition          |
|---------------------|-------------|--------------|-------------------|-----------------------------|
| 30                  | Emission    | 24.0         | 1344.2            | H <sub>2</sub> , He, OIII   |
| 31                  | Dark        | 12.7         | 3900.5            | Carbon Dust, H <sub>2</sub> |
| 32                  | Reflection  | 8.1          | 620.3             | Silicates, Molecular Gas    |

### Debris Disk

| <u>Celestial_Id</u> | DebrisDisk_Type | InnerRadius (AU) | OuterRadius (AU) | Mass     | MainComposition       |
|---------------------|-----------------|------------------|------------------|----------|-----------------------|
| 40                  | Dusty Ring      | 18.2             | 42.5             | 0.000021 | Silicates, Ice Grains |
| 41                  | Icy Debris      | 34.1             | 88.0             | 0.000305 | Water Ice, CO Ice     |
| 42                  | Rocky           | 12.7             | 29.3             | 0.000150 | Carbonaceous Rock     |

|  |        |  |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|--|
|  | Debris |  |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|--|

## 5.2 Παραδείγματα Ερωτημάτων

### 1. Εύρεση Κατοικήσιμων Πλανητών

Ερώτημα:

Να βρεθούν οι Τίτλοι των Πλανητικών Συστημάτων στα οποία υπάρχουν πλανήτες που είναι super earth και ταυτόχρονα βρίσκονται εντός της Κατοικήσιμης Ζώνης (Habitability = 1) και σε απόσταση λιγότερη από 5 έτη φωτός από εμάς.

Σχέσεις:

- Planet(Celestial\_Id,Habitability,Diameter,Type,DistanceFromEarth,DistanceFromCenter,, SurfaceTemp,CoreTemp,OrbitalPeriod,Mass)
- PlanetarySystem(PlanetarySystem\_Id, Name, DistanceFromEarth, Age)
- Celestial(Id,Type,Name)

Λογική:

1. Συνδέουμε τους πίνακες PlanetarySystem και Planet μέσω της σχέσης `PlanetarySystem.Id = Planet.PlanetarySystem_Id` και τον πλανήτη Planet με το CelestialObject στο Id μιας και το όνομα του βρίσκεται στον πίνακα CelestialObject.
2. Φιλτράρισμα Πλανητών: Εφαρμόζουμε τις συνθήκες στον πίνακα PLANET για να επιλέξουμε μόνο τους πλανήτες που ικανοποιούν:
  - a. `Type = 'Super Earth'`
  - b. `Habitability = 1`
3. Φιλτράρισμα Συστημάτων: Εφαρμόζουμε τη συνθήκη στον πίνακα PlanetarySystem για να επιλέξουμε μόνο τα συστήματα που ικανοποιούν:
  - a. `DistanceFromCenter < 5.0`

4. Προβολή: Επιστρέφουμε τα διακριτά ονόματα (Name) των συστημάτων που προκύπτουν από το φιλτράρισμα.

$$\pi_{PS.Name} \left( \sigma_{P.Type='Super Earth' \wedge P.Habitability=1 \wedge PS.DistanceFromCenter < 5.0} \left( \text{Planet} \bowtie_{P.PlanetarySystem\_Id=PS.Id} \text{PlanetarySystem} \right) \right)$$

## 2. Εύρεση τύπων αστείων

Ερώτημα:

Ποιοί είναι οι τύποι των αστείων στον αστερισμό Ωρίωνα με θερμοκρασία επιφάνειας πάνω από 3000K;

Σχέσεις:

- PlanetarySystem(PlanetarySystem\_Id, Name, Distance, Age)
- Star(Celestial\_Id, Diameter, Phase, SurfaceTemp, Age, Luminosity, Mass)
- Constellation(Id, Name, Area, History, Geometrical\_Description, Quadrant)

Λογική:

1. Κάνουμε select (σ) από τον πίνακα αστείων αυτούς με θερμοκρασία  $\geq 3000K$

2. Κάνουμε join τον πίνακα αστείων με αυτών του PlanetarySystem στο ξένο κλειδί PlanetarySystem\_Id

3. Επειδή θέλουμε συγκεκριμένο όνομα αστερισμό κάνουμε join τον παραπάνω πίνακα με τον πίνακα Constellation στο Constellation\_Id.

4. Επιλέγουμε αυτούς με Constellation Name Orion και χρησιμοποιούμε προβολή (π) το Star.Phase



$$\pi S.Phase \left( \sigma S.SurfaceTemp \geq 3000K \wedge C.Name = 'Orion' \left( \left( Star \bowtie_{S.PlanetarySystem\_Id = PS.PlanetarySystem\_Id} PlanetarySystem \right) \bowtie_{PS.ConstellationId = C.Id} Constellation \right) \right)$$

### 3. Εύρεση πλανητών που βρίσκονται μέσα στην ζώνη αστεροειδών

Ερώτημα:

Ποια είναι τα ονόματα των πλανητών του Πλανητικού Συστήματος Trappist που βρίσκονται μέσα στην ζώνη αστεροειδών;

Σχέσεις:

- Planet(Celestial\_Id, Habitability, Diameter, Type, DistanceFromEarth, DistanceFromCenter, SurfaceTemp, CoreTemp, OrbitalPeriod, Mass)
- PlanetarySystem(PlanetarySystem\_Id, Name, Distance, Age)
- DebrisDisk(Celestial\_Id, InnerRadius, OuterRadius, Mass, MainComposition)
- CelestialObject(Id, Type, Name)

Λογική:

1. **Σύνδεση Συστήματος (JOIN):** Συνδέουμε PlanetarySystem με DebrisDisk στο PlanetarySystem\_Id. (Ένα σύστημα μπορεί να έχει έναν δίσκο).
2. **Φίλτρο Συστήματος (σ):** Φιλτράρουμε το αποτέλεσμα για συστήματα με όνομα PS.Name = Trappist.
3. **Σύνδεση Πλανήτη (JOIN):** Συνδέουμε το αποτέλεσμα με τον πίνακα Planet στο PlanetarySystem\_Id. (Για να βρούμε τους πλανήτες του συστήματος).
4. **Σύνδεση Ονόματος (JOIN):** Συνδέουμε το αποτέλεσμα με τον πίνακα CelestialObject στο Celestial\_Id για να πάρουμε το όνομα του πλανήτη.
5. **Φίλτρο Ζώνης (σ):** Εφαρμόζουμε τη συνθήκη όπου η απόσταση του πλανήτη P.PlanetaryDistance πρέπει να είναι **μεγαλύτερη** από το InnerRadius και **μικρότερη** από το OuterRadius του DebrisDisk.
6. **Προβολή (π):** Επιστρέφουμε το CO.Name.

$\pi_{CO.Name} \left( \sigma_{PS.Name='Trappist'\wedge DD.InnerRadius < P.PlanetaryDistance \wedge P.PlanetaryDistance < DD.OuterRadius} \left( (CelestialObject \begin{smallmatrix} \text{CO.Id} = P.Celestial\_Id \end{smallmatrix} Planet) \begin{smallmatrix} P.PlanetarySystem\_Id = PS.Id \end{smallmatrix} PlanetarySystem \begin{smallmatrix} PS.Id = DD.PlanetarySystem\_Id \end{smallmatrix} DebrisDisk \right) \right)$

#### 4. Εύρεση Πλανητικών Σωμάτων για Παρατήρηση

##### Ερώτημα:

Ποια είναι τα ονόματα και οι επιφανειακές θερμοκρασίες (SurfaceTemp) όλων των **Πλανητών** και των **Δορυφόρων** (Satellites) που ανήκουν σε **Πλανητικά Συστήματα** (Planetary Systems) τα οποία περιέχουν **περισσότερους από 3 Πλανήτες**;

##### Σχέσεις:

##### Σχέσεις:

- Planet(Celestial\_Id, Habitability, Diameter, Type, DistanceFromEarth, DistanceFromCenter, SurfaceTemp, CoreTemp, OrbitalPeriod, Mass)
- Satellite {Mass, Name, Satellite\_Type, SurfaceTemp, Diameter}
- PlanetarySystem(PlanetarySystem\_Id, Name, Distance, Age)

##### Λογική:

- **Συναθροίση (Aggregation):** Υπολογίζουμε τον **αριθμό** των πλανητών (Planet) για κάθε πλανητικό σύστημα (PlanetarySystem).
- **Φιλτράρισμα:** Φιλτράρουμε τα αποτελέσματα της συναθροίσης, κρατώντας μόνο τα PlanetarySystem\_Id όπου ο αριθμός των πλανητών είναι **μεγαλύτερος από 3** (COUNT(\*) > 3).
- **Ένωση :**

**Set A:** Βρίσκουμε τα ονόματα και τις επιφανειακές θερμοκρασίες όλων των **Πλανητών** (Planet) που ανήκουν στα φιλτραρισμένα PlanetarySystem\_Id.

**Set B:** Βρίσκουμε τους **Δορυφόρους** (Satellite) που συνδέονται με τους πλανήτες του Set A και κρατάμε τα ονόματα και τις επιφανειακές θερμοκρασίες τους.

Εκτελούμε Set A ένωση Set B για να εμφανίσουμε όλα τα σώματα μαζί.

- **Προβολή:** Κάνουμε προβολή του ονόματος (Name) και της θερμοκρασίας (SurfaceTemp) για όλα τα σώματα.

Βρίσκουμε τα PlanetarySystems που έχουν περισσότερους από 3 πλανήτες.

A. Υπολογίζουμε τον αριθμό των πλανητών για κάθε σύστημα (G).

$$\text{Planets\_Count} = G_{\text{PlanetarySystem\_Id}, \text{COUNT}(\text{Celestial\_Id}) \rightarrow \text{Num\_Planets}(\text{Planet})}$$

B. Επιλέγουμε τα PlanetarySystem\_Id όπου ο αριθμός των πλανητών είναι μεγαλύτερος από 3 (σ και π).

$$\text{Target\_Systems} = \pi_{\text{PlanetarySystem\_Id}}(\sigma_{\text{Num\_Planets} > 3}(\text{Planets\_Count}))$$

C. Βρίσκουμε τους πλανήτες που ανήκουν στα συστήματα-στόχους.

- C. Φιλτράρουμε τους πλανήτες κάνοντας join.

$$\text{Target\_Planets} = \text{Planet} \bowtie \text{Target\_Systems}$$

- D. Κρατάμε τα γνωρίσματα Name (από το CelestialObject μέσω κληρονομικότητας ) και SurfaceTemp, μετονομάζοντας το Name σε BodyName.

$$\text{Set\_A} = \rho_{\text{Name} \rightarrow \text{BodyName}, \text{SurfaceTemp}}(\pi_{\text{Name}, \text{SurfaceTemp}}(\text{Target\_Planets}))$$

Βρίσκουμε τους δορυφόρους Satellite που συνδέονται με τους Target\_Planets.

E. Συνδέουμε τους Satellites με τους Target\_Planets μέσω του Planet\_Id

$$\text{Set\_B} = \rho_{\text{Name} \rightarrow \text{BodyName}, \text{SurfaceTemp}}(\pi_{\text{Name}, \text{SurfaceTemp}}(\text{Target\_Satellites}))$$

F. Κρατάμε τα γνωρίσματα Name και SurfaceTemp, μετονομάζοντας το Name σε BodyName.

$$\text{Result} = \text{Set\_A} \cup \text{Set\_B}$$

5. Ποια είναι τα ονόματα (Name) των **Αστρων (Star)** τα οποία:

1. έχουν **SurfaceTemp** μεγαλύτερη από 5000 Kelvin.
2. Και ταυτόχρονα ανήκουν στον Αστερισμό (**Constellation**) 'Lyra'.

**Σχέσεις:**

- PlanetarySystem(PlanetarySystem\_Id, Name, Distance, Age)
- Star(Celestial\_Id, Diameter, Phase, SurfaceTemp, Age, Luminocity, Mass)
- Constellation(Id, Name, Area, History, Geometrical\_Description, Quadrant)

**Λογική:**

1. Δημιουργούμε το **Σύνολο A** (Θερμά Άστρα): Επιλέγουμε τα **Star** με **SurfaceTemp** 5000(σ) και προβάλλουμε τα ονόματά τους (π).
2. Δημιουργούμε το **Σύνολο B** (Άστρα στον Lyra): Φιλτράρουμε τις **Constellation** με όνομα 'Lyra', συνδέουμε με τα **PlanetarySystem**, συνδέουμε με τα **Star**, και προβάλλουμε τα ονόματά τους (π).
3. Εκτελούμε την **Τομή** ( $\cap$ ) των Συνόλων A και B για να βρούμε μόνο τα άστρα που ικανοποιούν και τις δύο συνθήκες.

$$\text{Set\_A} = \pi_{\text{Name}}(\sigma_{\text{SurfaceTemp} > 5000}(\text{Star}))$$

$$\text{TargetConstellations} = \pi_{\text{Id}}(\sigma_{\text{Name} = \text{'Lyra'}}(\text{Constellation}))$$

$$\text{StarInLyra} = \text{Star} \bowtie_{\text{PlanetarySystem\_Id} = \text{Id}} \text{TargetPlanetarySystems}$$

$$\text{Set\_B} = \pi_{\text{Name}}(\text{StarInLyra})$$

$$\text{Result} = \text{Set\_A} \cap \text{Set\_B}$$

