



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής & Υπολογιστών  
<https://courses.softlab.ntua.gr/typesys/>

# Συστήματα Τύπων των Γλωσσών Προγραμματισμού

## Σειρά Ασκήσεων #4

**Προθεσμία παράδοσης: 25/1/2018**

Οι ασκήσεις πρέπει να παραδοθούν μέσω e-mail στο διδάσκοντα ([nickie@softlab.ntua.gr](mailto:nickie@softlab.ntua.gr)) σε ηλεκτρονική μορφή (L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X). Καθυστερημένες ασκήσεις θα βαθμολογούνται με μικρότερο βαθμό, αντιστρόφως ανάλογα προς το χρόνο καθυστέρησης.

## 1 Αναδρομικοί τύποι

---

### Άσκηση 4.1 Λίστες, δέντρα και υποδέντρα

Υλοποιήστε τον τύπο `TreeNat` των δυαδικών δέντρων με πληροφορία φυσικούς αριθμούς (βλ. άσκηση 20.1.1, σελ. 270 του βιβλίου). Υλοποιήστε τον τύπο `ListTree` της λίστας με πληροφορία δέντρα τύπου `TreeNat`. Υλοποιήστε μια συνάρτηση

$$\text{subtrees} : \text{TreeNat} \rightarrow \text{ListTree}$$

που δέχεται ως παράμετρο ένα δέντρο και επιστρέφει τη λίστα που περιέχει όλα τα υποδέντρα αυτού. Χρησιμοποιήστε τον ελεγκτή `fullrequires` για να ελέγξετε τη λύση σας.

### Άσκηση 4.2 Iso-recursive Streams

Χρησιμοποιώντας ροές (`streams`, σελ. 270 του βιβλίου), υλοποιήστε το κόσκινο του Ερατοσθένη με αναδρομικούς τύπους σε `iso-recursive` μορφή. Μπορείτε να βασιστείτε σε σχετικό παράδειγμα διάλεξης προηγούμενου έτους (4/12/2006), που είχε αναρτηθεί στη σελίδα του μαθήματος. (Σε εκείνο το παράδειγμα, οι αναδρομικοί τύποι είναι σε `equi-recursive` μορφή.) Χρησιμοποιήστε τον ελεγκτή `fullisorec` για να ελέγξετε τη λύση σας.

### Άσκηση 4.3 Ανακλαστικότητα

Λύστε την άσκηση 21.3.8, σελ. 288 του βιβλίου.

### Άσκηση 4.4 Σχέση υποτύπων

Λύστε την άσκηση 21.11.1, σελ. 312 του βιβλίου.