

# Προγραμματισμός Η/Υ

## Περιεχόμενα

- 1. Εισαγωγή στον προγραμματισμό
- Βιβλιογραφία

Τμήμα: Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης

Τίτλος Επιστημονικού Πεδίου: Πληροφορική και Ανάλυση Δεδομένων

Κωδικός Μαθήματος: ΜΕ0200

Τίτλος Μαθήματος: Προγραμματισμός Η/Υ

Κατηγορία Μαθήματος: Επιλογής

Εξάμηνο: Εαρινό

## Περίγραμμα του μαθήματος

Το μάθημα εισάγει τους φοιτητές στις βασικές έννοιες και αρχές του προγραμματισμού και είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες και στο υπόβαθρο των χωροτακτών. Στόχος του μαθήματος είναι να αποκτήσουν οι φοιτητές τις αναγκαίες γνώσεις για την επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων, την αυτοματοποίηση διαδικασιών και την σύνταξη σεναρίων (scripts) για την αναπαραγωγισιμότητα της ερευνάς τους. Πέρα από τις βασικές αρχές προγραμματισμού η διδασκαλία επεκτείνεται σε εξειδικευμένες θεματικές ενότητες που αφορούν τα γεωχωρικά δεδομένα και την ανάλυσή τους μέσω προγραμματισμού. Η διδασκαλία θα στηριχθεί στην [Python](#), μια σύγχρονη, ευρέως διαδεδομένη και υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού. Επιπλέον, όπου κριθεί αναγκαίο, θα επιδειχτούν συμπληρωματικά διαδικασίες με την γλώσσα προγραμματισμού [R](#).

Το πρόγραμμα των διαλέξεων καθώς και η προτεινόμενη βιβλιογραφία παρατίθενται στην συνέχεια.

## 1. Εισαγωγή στον προγραμματισμό

### Ενότητες του μαθήματος

Το μάθημα χωρίζεται στις ακόλουθες ενότητες:

#### 1. Εισαγωγή στον προγραμματισμό

Κατά την διάρκεια της διάλεξης διευκρινίζεται ο σκοπός του μαθήματος και περιγράφονται συνοπτικά οι ενότητες που θα διδαχθούν οι φοιτητές κατά την διάρκεια του εξαμήνου. Διατυπώνονται συγκεκριμένοι ορισμοί που αφορούν τον προγραμματισμό Η/Υ και αναπτύσσονται έννοιες για την επιστήμη των υπολογιστών. Στην συνέχεια εγκαθίσταται στους υπολογιστές των φοιτητών η γλώσσα προγραμματισμού Python μαζί με το απαραίτητο λογισμικό για την συγγραφή και αποσφαλμάτωση του κώδικα. Ακολουθεί εξοικείωση με το περιβάλλον εργασίας.

#### 2. Τιμές, τύποι και μεταβλητές

Περιγραφή της έννοιας των μεταβλητών, των σταθερών, τύποι δεδομένων, εκχώρηση τιμών στις μεταβλητές, κανόνες ονοματοδοσίας των μεταβλητών.

#### 3. Εκφράσεις, τελεστές

Ορισμός εκφράσεων, τι είναι τελεστές, ποια είναι η προτεραιότητα των τελεστών, πως εισάγουμε σχόλια στον κώδικα και γιατί είναι σημαντική πρακτική.

#### 4. Έλεγχος ροής εκτέλεσης

Η λογική Boolean, Εκτέλεση υπό συνθήκη, αλυσιδωτές και εμφωλευμένες συνθήκες, βρόχος και οι εντολές επανάληψης for και while.

#### 5. Συναρτήσεις

Ορισμός και κλήση συνάρτησης, παράμετροι συναρτήσεων, εμβέλεια μεταβλητών, αναδρομή.

#### 6. Συμβολοσειρές/Δομές Δεδομένων

Προσπέλαση συμβολοσειρών, χαρακτήρες διαφυγής, υποσύνολα συμβολοσειράς, συγκρίσεις και ιδιότητες, μέθοδοι συμβολοσειρών. Λίστες, Πλειάδες, Λεξικά.

#### 7. Ανάγνωση & εγγραφή αρχείων, φάκελοι

Ανάγνωση και εγγραφή σε αρχείο, σειριοποίηση (serialization) αντικειμένου, διαχείριση φακέλων και αρχείων.

#### 8. Πίνακες και διαγράμματα

Ανάγνωση αρχείων csv ή excel, pandas dataframes

#### 9. Πίνακες και διαγράμματα

Πίνακες στην βιβλιοθήκη numpy, διαγράμματα με την βιβλιοθήκη seaborn.

#### 10. Γεωεπεξεργασία διανυσματικών δεδομένων

Ανάγνωση και εγγραφή διανυσματικών δεδομένων, μετα-δεδομένα, φιλτράρισμα, αλλαγή προβολικού συστήματος.

#### 11. Ανάλυση διανυσματικών δεδομένων

Χωρικές σχέσεις, στατιστικά ομαδοποιήσεων, οπτικοποίηση διανυσματικών δεδομένων.

#### 12. Γεωεπεξεργασία ψηφιδωτών δεδομένων

Ανάγνωση και εγγραφή διανυσματικών δεδομένων, μετα-δεδομένα, ορισμός μάσκας/αποκοπή περιοχής, αλλαγή τιμών, επαναταξινόμηση, αλλαγή προβολικού συστήματος.

#### 13. Ανάλυση ψηφιδωτών δεδομένων

Άλγεβρα ψηφιδωτών αρχείων, στατιστικά ζωνών, ιστόγραμμα συχνοτήτων.

### Ορισμοί

#### Definition 1

«Αλγόριθμος» ονομάζουμε κάθε πεπερασμένη και αυστηρά καθορισμένη σειρά βημάτων (οδηγιών) για την επίλυση ενός προβλήματος. []

Ένας αλγόριθμος είναι μια αυστηρά καθορισμένη διαδικασία που λαμβάνει μια τιμή ή ένα σύνολο τιμών εισόδου και αποδίδει μια ή περισσότερες τιμές εξόδου. Είναι κατά συνέπεια μια ακολουθία υπολογιστικών βημάτων που μετατρέπει την είσοδο δεδομένων σε έξοδο αποτελεσμάτων [].

Για παράδειγμα η αύξουσα (ή φθίνουσα) ταξινόμηση μιας λίστας αριθμών είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αλγορίθμου. Οπότε με τιμές εισόδου {31, 41, 59, 26, 41, 58}, ο αλγόριθμος ταξινόμησης επιστρέφει ως τιμές εξόδου {26, 31, 41, 41, 58, 59}.

## Definition 2

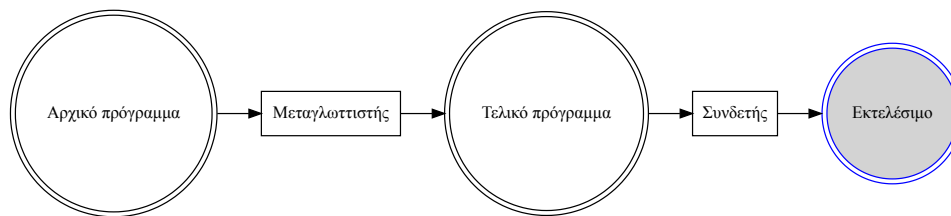
Ως «Πρόγραμμα» ορίζεται ένας αλγόριθμος γραμμένο σε γλώσσα κατανοητή για τον υπολογιστή και περιέχει εντολές (οδηγίες) που κατευθύνουν με κάθε λεπτομέρεια τον υπολογιστή, για να εκτελέσει μια συγκεκριμένη εργασία και να επιλύσει ένα πρόβλημα []. Ένα Πρόγραμμα αναγνώσιμο από τον άνθρωπο ονομάζεται «πηγαίος κώδικας».

## Definition 3

«Προγραμματισμός» ονομάζεται η διαδικασία συγγραφής προγραμμάτων και περιλαμβάνει τη διατύπωση των κατάλληλων εντολών προς τον υπολογιστή με τη χρήση τεχνητών γλωσσών, των γλωσσών προγραμματισμού [].

Ο προγραμματισμός είναι μια διαδικασία που απαιτεί μια σειρά εργαλείων και διαδικασιών τα οποία συνήθως ενσωματώνονται όλα μαζί σε ένα εννοποιημένο περιβάλλον που αποκαλείται «ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών» (Integrated Development Environment, IDE).

Η διαδικασία μετατροπής του πηγαίου κώδικα σε εκτελέσιμο αρχείο περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικ. 1 Η ροή εκτέλεσης του κώδικα σε εκτελέσιμο.

Τα εργαλεία προγραμματισμού τα οποία κάνουν την μεταγλωττιστή του πηγαίου προγράμματος σε εκτελέσιμο πρόγραμμα είναι τα εξής:

- ο *επεξεργαστής κειμένου* με την βοήθεια οποίου συντάσσεται ο πηγαίος κώδικας του προγράμματος.
- ο *μεταγλωττιστής* ή *διερμηνευτής* οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την μετατροπή του πηγαίου κώδικα σε γλώσσα μηχανής η οποία είναι απαραίτητη για την αναγνώριση και εκτέλεση των εντολών από τον Η/Υ. Τα παραγόμενα πρόγραμμα από την μεταγλώττιση ονομάζεται *αντικείμενο πρόγραμμα* (object).
- ο *συνδότης - φορτωτής* (linker- loader) ο οποίος συνδέει το *αντικείμενο πρόγραμμα* με άλλα τμήματα του προγράμματος ή απαραίτητες βιβλιοθήκες που διατίθεται από την γλώσσα προγραμματισμού. Το τελικό πρόγραμμα που προκύπτει από την μεταγλώττιση και την σύνδεση των τμημάτων του προγράμματος είναι το *εκτελέσιμο πρόγραμμα* (executable) το οποίο μπορεί να διαβάσει και να εκτελέσει ο υπολογιστής.
- τα *εργαλεία αποσφαλμάτωσης* με την βοήθεια των οποίων δοκιμάζεται η εκτέλεση και η ορθότητα του πηγαίου κώδικα και εντοπίζονται λάθη σε αυτόν.

Τα λάθη στον κώδικα συνοψίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. *σφάλμα μεταγλώττισης* τα οποία προκύπτουν κατά την λανθασμένη συγγραφή του πηγαίου κώδικα. Ο μεταγλωττιστής δεν επιτρέπει την μετάφραση του πηγαίου κώδικα σε γλώσσα μηχανής αν προηγουμένως δεν έχει διορθωθεί το συντακτικό λάθος. Συντακτικά λάθη συμβαίνουν συνήθως όταν δεν ακολουθούνται οι κανόνες σύνταξης μια γλώσσας (π.χ. μια παρένθεση που δεν έχει κλείσει, ένα ξεχασμένο εισαγωγικό ή κόμμα κτλ.).

Το παρακάτω είναι ένα παράδειγμα συντακτικού σφάλματος και το μήνυμα που επιστρέφει ο μεταγλωττιστής της Python. Η αιτία του σφάλματος είναι η ξεχασμένη παρένθεση στην συνάρτηση (function) *print*

```
print("an example"
```

```
Input In [2]
print("an example"
      ^
SyntaxError: '(' was never closed
```

1. *σφάλμα εκτέλεσης* (run-time errors) τα οποία συμβαίνουν κατά την εκτέλεση του προγράμματος παρότι δεν υπάρχουν σφάλματα σύνταξης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων λαθών είναι η διαίρεση με το μηδέν, η πρόσβαση σε ένα στοιχείο μιας λίστας εκτός του εύρους της, η ανάγνωση ενός αρχείου το οποίο δεν υπάρχει, ή η πρόσβαση σε ένα ανύπαρκτο object. Τα σφάλματα εκτέλεσης έχουν επικρατήσει να αναφέρονται και ως «bugs» [1]. Παρακάτω δίνεται ένα σφάλμα που προκύπτει από την διαίρεση ενός ακέραιου με το μηδέν.

1/0

```
-----  
ZeroDivisionError                                Traceback (most recent call last)  
Input In [3], in <cell line: 1>()  
----> 1 1/0  
  
ZeroDivisionError: division by zero
```

1. **σφάλμα λογικής**, κατά το οποίο το πρόγραμμα εκτελείται κανονικά χωρίς σφάλματα αλλά δεν συμπεριφέρεται όπως έχει σχεδιαστεί να συμπεριφέρεται. Αυτά τα σφάλματα δεν σταματούν την εκτέλεση του προγράμματος αλλά το αποτέλεσμα της εκτέλεσης δεν είναι το αναμενόμενο.

```
x = 6  
y = 4  
  
z = x+y/2  
print('Ο μέσος όρος των δύο αριθμών είναι:',z)
```

Ο μέσος όρος των δύο αριθμών είναι: 8.0

Το παραπάνω είναι σφάλμα λογικής γιατί έπρεπε να γραφτεί ως εξής (δώστε προσοχή στις παρενθέσεις που δίνουν προτεραιότητα στις πράξεις):

```
x = 6  
y = 4  
  
z = (x+y)/2  
print('Ο μέσος όρος των δύο αριθμών είναι:',z)
```

Ο μέσος όρος των δύο αριθμών είναι: 5.0

Όλες οι παραπάνω μορφές σφαλμάτων εντοπίζονται μέσω της *αποσφαλμάτωσης*, της συστηματικής δηλαδή διαδικασίας εντοπισμού και επιδιόρθωσης σφαλμάτων. Η αποσφαλμάτωση συνοψίζεται στα εξής βήματα:





















- Επανάληψη του προβλήματος
- Απομόνωση του σημείου που εμφανίζεται το σφάλμα
- Αναγνώριση της αιτίας που το προκαλεί
- Διόρθωση του σφάλματος
- Επιβεβαίωση της διόρθωσης

Οι εντολές των προγραμμάτων γράφονται από τους προγραμματιστές σε τεχνητές γλώσσες που ονομάζονται «*γλώσσες προγραμματισμού*». Μια γλώσσα προγραμματισμού θα πρέπει να έχει αυστηρά ορισμένη σύνταξη και σημασιολογία. Η σύνταξη καθορίζει αν μια σειρά από σύμβολα αποτελούν «νόμιμες» εντολές ενός προγράμματος γραμμένου σε μια συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού και η σημασιολογία καθορίζει τη σημασία του προγράμματος, δηλαδή τις υπολογιστικές διαδικασίες που υλοποιεί. [].

## Η γλώσσα προγραμματισμού Python

Η Python είναι μια ευρέως διαδομένη, αντικειμενοστραφής, υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού γενικής χρήσης. Δημιουργήθηκε από τον Guido van Rossum και πρωτοκυκλοφόρησε στις 20 Φεβρουαρίου του 1991. Το όνομά της, αν και παρεπένμπει, δεν έχει σχέση με το φίδι Πύθωνα αλλά προέρχεται από την γνωστή κωμική σειρά του BBC, Monty Python's Flying Circus. Αν και αρχικά αναπτύχθηκε σαν μεμονωμένη ατομική προσπάθεια στην συνέχεια υποστηρίχθηκε από μια παγκόσμια κοινότητα προγραμματιστών και χρηστών. Στις 6 Μαρτίου 2001 ιδρύθηκε το αμερικάνικο μη κερδοσκοπικό ίδρυμα *Python Software Foundation (PSF)*, το οποίο στόχο έχει την διάδοση και υποστήριξη της Python μέσω της διοργάνωσης συνεδρίων, την ανάπτυξη κοινοτήτων χρηστών, την υποστήριξη προσπαθειών μέσω υποτροφιών και την διασφάλιση οικονομικών πόρων για την ανάπτυξη της γλώσσας. Το ίδρυμα κατέχει τα πνευματικά δικαιώματα της γλώσσας και διασφαλίζει ότι αυτή θα διατίθεται με όρους ελεύθερου λογισμικού προς το ευρύτερο κοινό.

Οι βασικοί στόχοι που έθεσε ο δημιουργός κατά την ανάπτυξή της είναι να είναι εύκολη και κατανοητή με ισχυρές δυνατότητες εφάμιλλες των ανταγωνιστικών γλωσσών. Ταυτόχρονα έθεσε το όρο να είναι ανοιχτού κώδικα (open source) για να μπορεί εύκολα να αναπτύσσεται από τους ενδιαφερόμενους προγραμματιστές και να έχει πρακτική αξία σε καθημερινές εργασίες ρουτίνας. Την τρέχουσα περίοδο (03/2022) κατατάσσεται ως η κορυφαία γλώσσα προγραμματισμού σύμφωνα με την κοινότητα προγραμματιστών [TIOBE](#) αλλά και τον δείκτη [Popularity of Programming Language Index \(PYPL\)](#).

Mar 2022	Mar 2021	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	3	▲	 Python	14.26%	+3.95%
2	1	▼	 C	13.06%	-2.27%
3	2	▼	 Java	11.19%	+0.74%
4	4		 C++	8.66%	+2.14%
5	5		 C#	5.92%	+0.95%
6	6		 Visual Basic	5.77%	+0.91%
7	7		 JavaScript	2.09%	-0.03%
8	8		 PHP	1.92%	-0.15%
9	9		 Assembly language	1.90%	-0.07%
10	10		 SQL	1.85%	-0.02%
11	13	▲	 R	1.37%	+0.12%
12	14	▲	 Delphi/Object Pascal	1.12%	-0.07%
13	11	▼	 Go	0.98%	-0.33%
14	19	▲	 Swift	0.90%	-0.05%
15	18	▲	 MATLAB	0.80%	-0.23%
16	16		 Ruby	0.66%	-0.52%
17	12	▼	 Classic Visual Basic	0.60%	-0.66%
18	20	▲	 Objective-C	0.59%	-0.31%
19	17	▼	 Perl	0.57%	-0.58%
20	38	▲	 Lua	0.56%	+0.23%

**Εικ. 2** Η κατάταξη σύμφωνα με την κοινότητα TIOBE (Μάρτιος 2022)

Η Python πλέον είναι μια ώριμη γλώσσα προγραμματισμού με εφαρμογές στην ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών και υπηρεσιών, την εκπαίδευση, την ανάλυση δεδομένων, την τηλεπισκόπηση και τα ΣΓΠ, την δημιουργία γραφικών, την διαχείριση συστημάτων, τα παιχνίδια, το εμπόριο και την επιχειρηματικότητα, τους μικροελεγκτές και το Internet of Things (IOT).

Η φιλοσοφία της Python ως προς την μεθοδολογία ανάπτυξης και προγραμματισμού συνοψίζεται σε 20 αρχές, οι οποίες εκτυπώνονται μέσω της γλώσσας με την παρακάτω εντολή:

```
import this
```

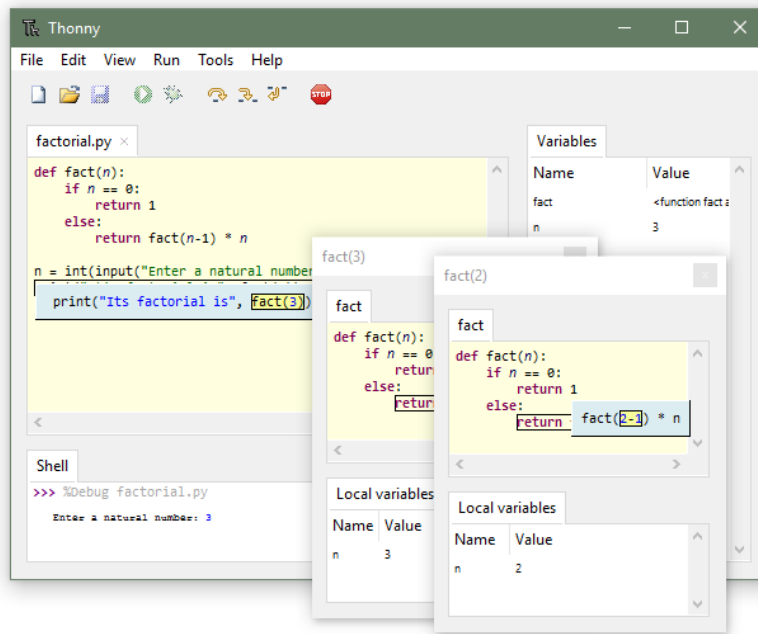
The Zen of Python, by Tim Peters

```
Beautiful is better than ugly.
Explicit is better than implicit.
Simple is better than complex.
Complex is better than complicated.
Flat is better than nested.
Sparse is better than dense.
Readability counts.
Special cases aren't special enough to break the rules.
Although practicality beats purity.
Errors should never pass silently.
Unless explicitly silenced.
In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.
There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.
Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.
Now is better than never.
Although never is often better than *right* now.
If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.
If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.
Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!
```

## Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης thonny

Η συγγραφή κώδικα θα γίνει στο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment, IDE) [thonny](#). Δεν απαιτείται η προεγκατάσταση της Python καθώς το thonny έρχεται με ενσωματωμένη την γλώσσα προγραμματισμού Python 3.7 και διατίθεται για Windows, Mac και Linux. Το thonny αποτελεί εκπαιδευτικό περιβάλλον για την συγγραφή και αποσφαλμάτωση κώδικα Python. Για τον λόγο αυτό διαθέτει πολύ συγκεκριμένες αλλά ζωτικές λειτουργίες και δεν είναι επιφορτισμένο με δυνατότητες που απαιτούνται από προχωρημένους προγραμματιστές. Το Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη (GUI, Graphical User Interface) είναι λιτό ώστε να μην αποπροσανατολίζει τον αρχάριο χρήστη. Το thonny παρέχει βοηθητικές λειτουργίες για τον χρήστη όπως είναι η σήμανση συντακτικών λαθών, η αυτόματη συμπλήρωση κώδικα και η ευκολία στην επέκταση των λειτουργιών της Python με την εγκατάσταση συμπληρωματικών πακέτων.

Ενναλλακτικά, στους χρήστες παρέχεται online περιβάλλον ανάπτυξης που βασίζεται στο [Jupyter Lab](https://mybinder.org/). Η χρήση του δεν απαιτεί την εγκατάσταση λογισμικού παρά μόνον έναν απλό φυλλομετρητή (προτείνεται Chrome, Safari ή Firefox). Το online περιβάλλον Jupyter είναι προσβάσιμο από εδώ:



Εικ. 3 Το περιβάλλον εργασίας thonny.

- [1] Η πρώτη περίπτωση *bug* σε υπολογιστή καταγράφεται το 1947 από τον Grace Murray Hopper και πρόκειται για την κυριολεκτική έννοια του όρου. Στο ημερολόγιό του καταγράφει προβλήματα στην λειτουργία του υπολογιστή του Harvard, Mark II, από την ύπαρξη ενός εντόμου στο εσωτερικό του κύκλωμα.

## Βιβλιογραφία

Η κύρια ύλη του μαθήματος καλύπτεται από τα ακόλουθα συγγράμματα:

### Python:

- Μανής, Γ., 2015. Εισαγωγή στον Προγραμματισμό με αρωγό τη γλώσσα Python. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2745>
- Καλαφατούδης Σ., Σταμούλης Γ., 2018. Προγραμματισμός με την Python, Αθήνα, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Αγγελιδάκης, Ν., 2015. Εισαγωγή στον προγραμματισμό με την Python, Ηράκλειο. [βιβλ.] Διαθέσιμο στο: [http://aggelid.mysch.gr/pythonbook/INTRODUCTION\\_TO\\_COMPUTER\\_PROGRAMMING\\_WITH\\_PYTHON.pdf](http://aggelid.mysch.gr/pythonbook/INTRODUCTION_TO_COMPUTER_PROGRAMMING_WITH_PYTHON.pdf)
- Lawhead, J., 2019. Learning geospatial analysis with Python: understand GIS fundamentals and perform remote sensing data analysis using Python 3.7, Third edition. ed. Packt Publishing, Birmingham Mumbai.

### R:

- Βερέκιος Β., Καγκλής Β., Σταυρόπουλος Η., 2015. Η επιστήμη των δεδομένων μέσα από τη γλώσσα R, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2965>
- Καλογήρου, Σ., 2015. Χωρική ανάλυση. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5029>
- Ντζούφρας, Ι., Καρλής, Δ., 2015. Εισαγωγή στον προγραμματισμό και στη στατιστική ανάλυση με R. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2601>

## Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση γίνεται:

- 50% από ατομικές ασκήσεις στην διάρκεια του εξαμήνου.
- 50% από τελικές εξετάσεις.

---

Με Λεωνίδα Λιάκος

© Πνευματική ιδιοκτησία 2021.