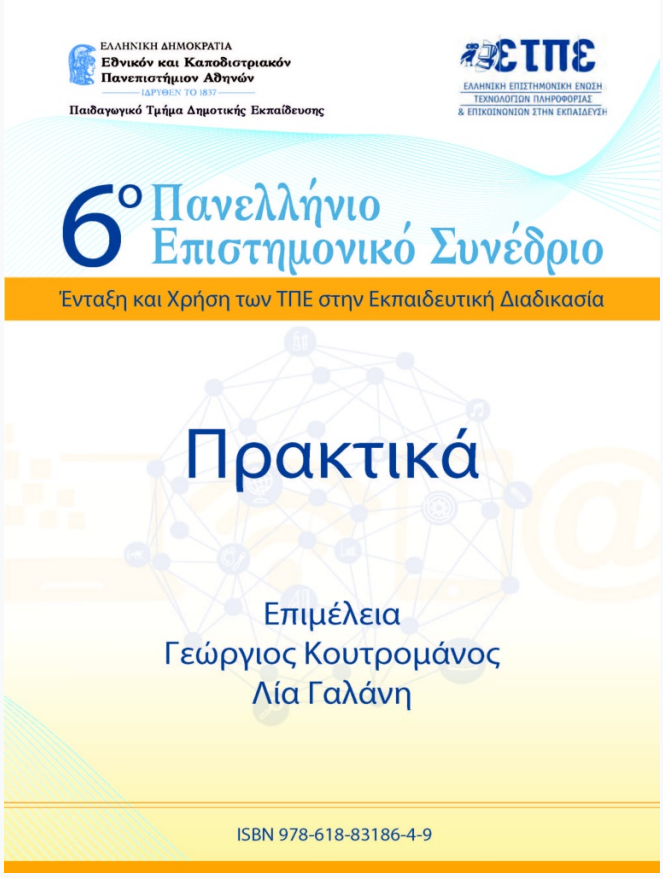
ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2019)

6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Αξιοποίηση των Jupyter Notebooks στην εκπαιδευτική διαδικασία

Ανδριάνα Δημητρίου, Παναγιώτης Κοτσαμπόπουλος, Νικόλαος Χατζηαργυρίου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Δημητρίου Α., Κοτσαμπόπουλος Π., & Χατζηαργυρίου Ν. (2022). Αξιοποίηση των Jupyter Notebooks στην εκπαιδευτική διαδικασία. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 548–559. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3674

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 05/12/2025 18:45:55

Αξιοποίηση των Jupyter Notebooks στην εκπαιδευτική διαδικασία

Ανδριάνα Δημητρίου, Παναγιώτης Κοτσαμπόπουλος, Νικόλαος Χατζηαργυρίου
andriana_dim@hotmail.com, kotsa@power.ece.ntua.gr, nh@power.ece.ntua.gr
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περίληψη

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά την εκπαίδευση. Νέες δεξιότητες, όπως η υπολογιστική σκέψη, χρειάζονται στους μαθητές ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες της σημερινής εποχής. Αυτό προϋποθέτει τον σχεδιασμό αντίστοιχων μαθημάτων, αξιοποιώντας τα διαθέσιμα τεχνολογικά μέσα. Ένα υποσχόμενο εργαλείο είναι το Jupyter Notebook, μία διαδραστική πλατφόρμα που παρέχει ένα περιβάλλον ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού, συνδυάζοντας κείμενο, εικόνες και κώδικα, σε ένα ενιαίο έγγραφο, προσβάσιμο μέσω του διαδικτύου. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό πλαίσιο ένταξής του στη σχολική εκπαίδευση, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία. Επιπλέον περιγράφονται τα πλεονεκτήματα της χρήσης του ως εκπαιδευτικό εργαλείο και παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αξιοποίησης του στη σχολική εκπαίδευση. Τέλος παρουσιάζεται ενδεικτική εφαρμογή που αναπτύχθηκε για την εκπαίδευση φοιτητών στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Η εργασία αυτή αποτελεί την πρώτη αναφορά αξιοποίησης των Jupyter Notebooks στην εκπαίδευση στην ελληνική βιβλιογραφία.

Λέξεις κλειδιά: Jupyter Notebooks, Εκπαίδευση, ΤΠΕ, Εργαλεία ανοικτού κώδικα, Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Εισαγωγή

Οι ταχύτατες τεχνολογικές και κοινωνικές εξελίξεις υπαγορεύουν μια νέα διδακτική προσέγγιση η οποία στοχεύει σε μια πολύπλευρη εκπαίδευση του ατόμου και στην απόκτηση ενός γενικού υποβάθρου μέσα από την αλληλεπίδραση, την αυτενέργεια και τον πειραματισμό (Βοσνιάδου, 2006). Αναμφίβολα η διδασκαλία και η μάθηση μπορούν να ωφεληθούν σημαντικά από την ενσωμάτωση των ΤΠΕ, καθώς συνεισφέρουν στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και δραστηριοτήτων που ευνοούν την αύξηση της προσωπικής αυτονομίας των μαθητών, ενθαρρύνουν την κριτική σκέψη και μεταδίδουν στους μαθητές το ενδιαφέρον για τη μάθηση (Φραγκάκη κ.ά., 2007; Φραγκάκη, 2007).

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι απαιτούνται σημαντικές αλλαγές για την προσαρμογή της εκπαίδευσης στις ανάγκες της σημερινής εποχής (Yadav et al., 2016). Σύμφωνα με τα νέα δεδομένα γίνονται προσπάθειες να προωθηθεί στα σχολεία η εκπαίδευση γύρω από τομείς της επιστήμης που έχουν εξελιχθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια και αποκτούν όλο και περισσότερες εφαρμογές σε πτυχές της καθημερινής ζωής, όπως η Επιστήμη των δεδομένων (Data science), η οποία συνδέεται με τη διδασκαλία Στατιστικής (Burrill & Biehler, 2011), αλλά και με τις Κοινωνικές επιστήμες (Aoun, 2017; Harari, 2017; O'Neil, 2016; Weigend, 2017). Παράλληλα απασχολεί ιδιαίτερα τους ερευνητές η ενσωμάτωση στην εκπαίδευση σε σχολικό επίπεδο της Επιστήμη των υπολογιστών (Computer science), η οποία περιλαμβάνει όχι μόνο τη γνώση προγραμματισμού, αλλά και γενικότερα τις γνώσεις και δεξιότητες που καλλιεργούνται μέσω των τεχνολογιών της πληροφορικής. Επίσης συνδέεται με την

Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 548-559, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 18-20 Οκτωβρίου 2019. ISBN 978-618-83186-4-9.

υπολογιστική σκέψη, μια δεξιότητα απαραίτητη στους μαθητές και μελλοντικούς εργαζόμενους που καλούνται να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που δημιουργούν οι ταχείες κοινωνικές και τεχνολογικές αλλαγές (Wing, 2006).

Ειδικότερα, σε πρόσφατο επιστημονικό Συμπόσιο που πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία συζητήθηκαν οι στόχοι για την εκπαίδευση της Επιστήμης των Δεδομένων σε σχολικό επίπεδο (Biehler et al., 2018), σε μια προσπάθεια καλύτερης κατανόησης της «φύσης» της επιστήμης αυτής. Πρόκειται για ένα διεπιστημονικό πεδίο που μπορεί να οριστεί ως η τέχνη της παραγωγής πληροφοριών και γνώσεων μέσω των δεδομένων. Η ανάπτυξή της προέκυψε με την άνοδο της ψηφιοποίησης, καθώς ένας μεγάλος όγκος δεδομένων και στοιχείων για σημαντικά κοινωνικά θέματα γίνονται ολοένα και πιο προσιτά στο κοινό. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η ανάλυση και σωστή ερμηνεία των δεδομένων, η κατανόηση στατιστικών αναλύσεων καθώς και η λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων είναι καινούριες δεξιότητες που πρέπει να αρχίσουν να καλλιεργούνται στους νέους με στόχο να τους προετοιμάσουν για τις ανάγκες της ψηφιακής εποχής (Engel et al., 2016; Engel, 2016). Η διαπίστωση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η εξοικείωση με τη Στατιστική και την Επιστήμη των δεδομένων στο σχολείο αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία (Engel, 2017).

Στο πλαίσιο αυτό, ένα από τα εργαλεία που αποκτά ευρύτερη εφαρμογή στη διδασκαλία τα τελευταία χρόνια είναι το Jupyter Notebook (Pérez & Granger, 2015). Πρόκειται για μια πλατφόρμα που συνδυάζει αφηγηματικό κείμενο με εικόνες, μαθηματικές εξισώσεις, κώδικα και τα αποτελέσματα του κώδικα αυτού και προσφέρει τη δυνατότητα δημοσίευσης ενός υπολογιστικού εγγράφου, που μπορεί εύκολα να διαβαστεί και να αναπαραχθεί (Kluyver et al., 2016). Αυτός ο συνδυασμός περιεχομένου και κώδικα δημιουργεί μια ισχυρή νέα μορφή επικοινωνίας που βασίζεται στην αλληλεπίδραση με τα δεδομένα και καθιστά το Jupyter Notebook ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον (Perkel, 2018). Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι αναφέρεται σε συζητήσεις της ακαδημαϊκής κοινότητας για την αναβάθμιση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Biehler et al., 2018; Tissenbaum et al., 2018) και περιλαμβάνεται σε αντίστοιχα προτεινόμενα εκπαιδευτικά σενάρια (Heinemann et al., 2018; Yu & Chen, 2018), το Jupyter Notebook φαίνεται να είναι ένα από τα εργαλεία που μπορεί να διαδραματίσει υποστηρικτικό ρόλο στη σύνδεση του προγράμματος σπουδών, με την Επιστήμη των Δεδομένων και των Υπολογιστών, στο στάδιο της σχολικής εκπαίδευσης.

Αν και υπάρχουν αρκετές εφαρμογές των Jupyter Notebooks στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, η αξιοποίησή τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν έχει διερευνηθεί συστηματικά. Αυτό πιθανόν οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες που δυσχεραίνουν τη χρήση των ΤΠΕ στη σχολική εκπαίδευση, όπως η έλλειψη ενημέρωσης των εκπαιδευτικών για τα νέα εκπαιδευτικά εργαλεία και τους τρόπους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, η έλλειψη τεχνολογικού εξοπλισμού στα σχολεία, καθώς και η έλλειψη υποστήριξης και ενθάρρυνσης σε επίπεδο σχολικής μονάδας. Ταυτόχρονα ο φόρτος εργασίας και η ανελαστικότητα του αναλυτικού προγράμματος σπουδών, δεν επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να αποκλίνουν από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, αποθαρρύνοντας έτσι τη λήψη πρωτοβουλιών και τον πειραματισμό με νέα εκπαιδευτικά εργαλεία (Μήτκας κ.ά., 2014). Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγουν και διεθνείς έρευνες για τη χρήση νέων εργαλείων στη σχολική εκπαίδευση (Dawson & Rakes, 2003; Granger et al., 2002; Smarkola, 2011). Εντούτοις, η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας απαιτεί μεταρρυθμίσεις στα εκπαιδευτικά σχολικά προγράμματα, ώστε να αξιοποιηθούν περισσότερο τέτοιου είδους εργαλεία. Ωστόσο, χρειάζεται πρώτα να απαντηθούν κρίσιμα ερωτήματα που αφορούν την έκταση, τη μεθοδολογία τον τρόπο ένταξης των νέων τεχνολογιών και τους στόχους που εξυπηρετούν, γεγονός που προϋποθέτει συστηματική διερεύνηση και συζητήσεις της εκπαιδευτικής και ακαδημαϊκής κοινότητας για τη χάραξη νέων πολιτικών στην εκπαίδευση.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης του Jupyter Notebook στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σε ποιες ανάγκες της σύγχρονης σχολικής εκπαίδευσης θα μπορούσε να ανταποκριθεί, ποια εφόδια μπορεί να προσφέρει στους μαθητές και κατά πόσο οι μαθητές είναι σε θέση να αλληλεπιδράσουν με αυτό; Αναδεικνύονται αντιπροσωπευτικές μελέτες περίπτωσης στη σχολική εκπαίδευση, όπου η ένταξή του εργαλείου σε διεθνές επίπεδο φαίνεται να βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Παράλληλα, η εργασία αποσκοπεί στην γνωριμία της ελληνικής εκπαιδευτικής και ακαδημαϊκής κοινότητας με το εργαλείο αυτό, η χρήση του οποίου μέχρι και στην ανώτερη εκπαίδευση έχει εισαχθεί σχετικά πρόσφατα και δεν υπάρχει ακόμη ιδιαίτερη εξοικείωση με αυτό.

Τι είναι το Jupyter Notebook

Οι δημιουργοί του Jupyter Notebook το περιγράφουν ως ένα σύνολο εργαλείων ανοικτού κώδικα (open-source web application) που επιτρέπει διαδραστική και πειραματική επεξεργασία δεδομένων και ως μια πλατφόρμα για τη δημιουργία υπολογιστικών αφηγήσεων. Αποτελεί την εξέλιξη της IPython (Pérez & Granger, 2007), ενός εργαλείου για διαδραστική χρήση της γλώσσας Python. Υποστηρίζει περισσότερες από 100 γλώσσες προγραμματισμού, με έμφαση στην Python και περιλαμβάνει ένα οικοσύστημα προεκτάσεων για το οποίο έχει συμβάλλει μια μεγάλη κοινότητα.

Το Jupyter Notebook είναι ένα έγγραφο που υποστηρίζει την ανάμειξη δεδομένων, ζωντανού κώδικα (live code), εξισώσεων, οπτικοποιημένου υλικού (εικόνες, βίντεο) και αφηγηματικού κειμένου. Ο κώδικας είναι οργανωμένος σε κελιά (cells), τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν και να εκτελεστούν μεμονωμένα. Η έξοδος από κάθε κελί εμφανίζεται ακριβώς κάτω από αυτό και αποθηκεύεται ως μέρος του εγγράφου. Τα Jupyter Notebooks μπορούν να εμφανίσουν γραφικές παραστάσεις, μαθηματικές εξισώσεις, ακόμη και διαδραστικά γραφικά στοιχεία (widjets). Το κείμενο μπορεί να παρεμβληθεί με τον κώδικα και τα αποτελέσματα ώστε να εξηγήσει και να τονίσει συγκεκριμένα μέρη, σχηματίζοντας μια πλούσια υπολογιστική αφήγηση (Kluyver et al., 2016).

Οι δυνατότητες αυτές επιτρέπουν την ανάπτυξη του Jupyter Notebook ως χώρο εργασίας για την προβολή και εξερεύνηση των διδασκόμενων εννοιών. Λόγω αυτής της χρησιμότητας καθώς και της εύκολης διάδοσής του, συνίσταται ως εκπαιδευτικό περιβάλλον. Από τους εκπαιδευτικούς μπορεί να αξιοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα μαθησιακών σκοπών. Για την ανάπτυξη και οργάνωση διδακτικού υλικού του μαθήματος, την παρουσίαση διαλέξεων, την εκτέλεση ζωντανού κώδικα, την ανάθεση εργασιών καθώς και την επίλυσή τους στην τάξη, τον σχεδιασμό εργαστηρίων, τη δημιουργία ανοικτών ψηφιακών μαθημάτων κ.ά.. Το βασικό χαρακτηριστικό που το καθιστά ελκυστικό στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, είναι ότι συνδυάζει τις εξηγήσεις που παραδοσιακά υπάρχουν στα βιβλία με την αλληλεπίδραση μιας εφαρμογής.

Πλεονεκτήματα του Jupyter Notebook στην Εκπαίδευση

Σε αντίθεση με την σχολική εκπαίδευση, όπου οι νέες τεχνολογίες και εργαλεία εισάγονται πιο σταδιακά, στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση υπάρχει περισσότερος χώρος για εξερεύνηση νέων μεθόδων διδασκαλίας. Ως εκ τούτου, η χρήση των Jupyter Notebooks και των προγόνων τους, IPython Notebooks, έχει απασχολήσει ήδη από την εμφάνισή τους την ακαδημαϊκή κοινότητα και έτσι υπάρχει μία σχετικά εκτενής βιβλιογραφία αναφορικά με εφαρμογές στη διδασκαλία μαθημάτων για φοιτητές σε διάφορα επιστημονικά αντικείμενα, όπως η Επιστήμη των δεδομένων (Brunner & Kim, 2016), η Τεχνητή Νοημοσύνη (O'Hara et al., 2015), η Στατιστική (Toews, 2017; Çetinkaya-Rundel & Rundel, 2018), οι Πιθανότητες

(Kany & Louédoc, 2018), η Αριθμητική Ανάλυση (Ketcheson, 2014), οι Διαφορικές εξισώσεις (Barba & Forsyth, 2018), η Αεροδυναμική (Barba & Mesnard, 2019), καθώς και στη διεξαγωγή εργαστηριακών ασκήσεων σε αντικείμενα ηλεκτρολόγων (Cardoso et al., 2019a; 2019b), μηχανολόγων (Suárez et al., 2018) και χημικών μηχανικών (Srnec et al., 2016). Το πλήθος των τεκμηριωμένων εφαρμογών που έχουν πραγματοποιηθεί ως σήμερα συνέβαλε στο να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση των Jupyter Notebooks στη διδασκαλία, τα οποία συνοψίζονται παρακάτω.

Ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό του Jupyter Notebook αποτελεί ο συνδυασμός θεωρίας, παραδειγμάτων και πρακτικών εφαρμογών, που βελτιώνει τη διαδικασία της μάθησης καθώς επιτρέπει την καλύτερη απορρόφηση των εννοιών του μαθήματος και συνεπώς την ενίσχυση της γνώσης. Προκαλείται αξιοσημείωτη διαφορά στην κατανόηση των μαθητών όταν η κάθε έννοια ακολουθείται από ένα παράδειγμα ή μια δραστηριότητα, ειδικά μάλιστα όταν η δυσκολία είναι σταδιακά αυξανόμενη (Barba & Forsyth, 2018).

Άλλο ένα ιδιαίτερα σημαντικό πλεονέκτημα είναι το διαδραστικό περιεχόμενο. Η δυνατότητα αλληλεπίδρασης αυξάνει το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών (Perkel, 2018; Cardoso et al., 2019a; 2019b) καθώς έχουν την ευκαιρία να ξεφύγουν από την παθητική προβολή του περιεχομένου του μαθήματος και να ασχοληθούν με την εξερεύνηση, ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγησή του με ενεργούς τρόπους. Αυτή η δυνατότητα πειραματισμού επηρεάζει ουσιαστικά τη νοοτροπία των μαθητών, ενθαρρύνοντάς τους να μάθουν «να μαθαίνουν» και συμβάλλοντας στη θεμελίωση μιας διαισθητικής αντίληψης του αντικειμένου το οποίο εξετάζουν. Παράλληλα τους βοηθά να αναπτύξουν δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη και η δημιουργικότητα.

Χρειάζεται επίσης να σημειωθεί ότι η εισαγωγή της συστηματικής ενεργού μάθησης ως τρόπου απόκτησης γνώσεων, μέσω της χρήσης των Jupyter Notebooks, όχι μόνο ευνοεί την αύξηση της συμμετοχής των μαθητών στο μάθημα και τη βελτίωση των επιδόσεών τους (Suárez et al., 2018, Cardoso et al., 2019a; 2019b), αλλά προσφέρει και οφέλη πέρα από τα όρια του εκάστοτε μαθήματος. Η διαδραστικότητα οδηγεί στην εμπλοκή των μαθητών με το υλικό καλλιεργώντας το ενδιαφέρον για την εξερεύνηση των εννοιών, γεγονός που είναι πιθανό να τροφοδοτήσει το ενδιαφέρον και τη ενεργή συμμετοχή τους και σε άλλα μαθήματα.

Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να οργανώνουν κώδικα, απεικονίσεις και κείμενο σε μια υπολογιστική αφήγηση. Έτσι, αφενός ενισχύονται οι επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών. Αφετέρου, η έκθεση σε μαθησιακές εμπειρίες που περιέχουν μεθοδολογίες και κώδικα τους εξοικειώνει με τον προγραμματισμό και συμβάλλει στη συγκρότηση των βασικών θεμελίων της υπολογιστικής σκέψης, που θεωρείται μια πολύ βασική δεξιότητα στη σημερινή εποχή (Kluyver et al., 2016; Perkel, 2018).

Τέλος, ένα σημαντικό πλεονέκτημα των Jupyter Notebooks είναι η κοινότητα στην οποία έχει αναπτυχθεί, η οποία προωθεί την ελεύθερη πρόσβαση και τη συνεργασία (Ketcheson, 2014). Η ενσωμάτωση του εργαλείου σε μαθήματα διασφαλίζει ότι το περιεχόμενό τους παραμένει προσβάσιμο από όλους τους μαθητές και εκτός τάξης, γεγονός που ευνοεί ισότητα και την αυτόνομη μάθηση. Αυτό βεβαίως εξυπηρετεί και τους εκπαιδευτικούς αφού το υλικό ενός μαθήματος μπορεί να διαδοθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί και από άλλους (Suárez et al., 2018). Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι για την απλή χρήση του δεν απαιτείται εγκατάσταση, καθώς υποστηρίζεται από πολλές υπηρεσίες cloud.

Χρήση του Jupyter Notebook στη σχολική Εκπαίδευση

Αναφορικά με τις εκπαιδευτικές ανάγκες που συζητήθηκαν παραπάνω, σε ένα προτεινόμενο σχέδιο για την ενσωμάτωση της Επιστήμης των Δεδομένων (ΕΔ) στο πρόγραμμα σπουδών των σχολείων της μέσης εκπαίδευσης στη Γερμανία (Heinemann et al., 2018), περιγράφεται

η μορφή του μαθήματος ΕΔ που απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 15-18 χρονών. Το μάθημα αυτό περιλαμβάνει διάφορες ενότητες με αρχικό στόχο να εισάγει τους μαθητές στις έννοιες της ΕΔ, να βελτιώσει την στατιστική τους σκέψη και να δημιουργήσει μια καλύτερη αντίληψη για τα δεδομένα και για το πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πληροφοριών με έμφαση στις στατιστικές μεθόδους. Για το σκοπό αυτό συνίσταται από τους συγγραφείς της πρότασης αυτής η χρήση της Python σε Jupyter Notebooks, καθώς αποτελούν ιδανικό περιβάλλον για την εξερεύνηση και απεικόνιση των δεδομένων.

Σε μία αντίστοιχη προσπάθεια εκσυγχρονισμού του προγράμματος εκπαίδευσης στην Κίνα δημοσιεύτηκε μία πρόταση σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός εγχειριδίου για τη διδασκαλία Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) στο λύκειο, με βάση την υπολογιστική σκέψη (Yu & Chen, 2018). Σύμφωνα τη δημοσίευση αυτή η υπολογιστική σκέψη είναι μια σειρά από νοητικές δραστηριότητες που καλύπτουν το εύρος της επιστήμης των υπολογιστών, όπως η επίλυση προβλημάτων, ο σχεδιασμός συστημάτων, διαδικασιών και μεθόδων. Οι μαθητές με υπολογιστική σκέψη ορίζουν και λύνουν προβλήματα χρησιμοποιώντας λογικούς αλγορίθμους και οργανώνουν ορθολογικά τα δεδομένα, κρίνοντας, αναλύοντας και συνθέτοντας διάφορες πηγές πληροφοριών. Οι δεξιότητες αυτές διαμορφώνονται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία και είναι πολύτιμες για τους μαθητές του 21ου αιώνα. Ωστόσο, στο στάδιο της σχολικής εκπαίδευσης, εξακολουθεί να μη δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην καλλιέργειά τους. Στο πλαίσιο αυτό οι συγγραφείς εκθέτουν προτάσεις για τη διαμόρφωση του μαθήματος της ΤΝ οι οποίες συνοπτικά βασίζονται στην υπολογιστική σκέψη, στην ενεργό μάθηση μέσω δραστηριοτήτων και στην γλώσσα Python. Ένα από τα εργαλεία που προτείνονται είναι το Jupyter Notebook, καθώς αποτελεί μια πλατφόρμα που συνεργάζεται άψογα με το οικοσύστημα της Python επιτρέποντας στους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες της ΤΝ και να εξασκηθούν σε πρακτικές εφαρμογές. Επιπρόσθετα η δομή αυτού του προγραμματιστικού περιβάλλοντος βοηθά στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης και επιπλέον ευαισθητοποιεί τους μαθητές για την σημασία της συνεργασίας.

Εφαρμογές των Jupyter Notebooks για μαθητές σχολείου: μελέτες περίπτωσης

Συγκρίνοντας μεθόδους ενεργού μάθησης στον προγραμματισμό

Υλοποιήθηκε πρόγραμμα απόκτησης δεξιοτήτων προγραμματισμού για μαθητές που σκοπεύουν να ασχοληθούν με τομείς των πεδίων STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) από το τμήμα High Performance Research Computing του Πανεπιστημίου του Τέξας A&M των ΗΠΑ με διάρκεια μιας εβδομάδας. Στο πρόγραμμα μελετήθηκαν τρεις καλές προσεγγίσεις εκμάθησης προγραμματισμού με σκοπό να συγκριθούν τα πλεονεκτήματα τους (Chakravorty et al., 2019). Οι μέθοδοι αυτές ήταν i) η σύνδεση του κώδικα με πρακτικές εφαρμογές, ii) η βαθμιαία εκμάθηση στοιχείων υπολογιστικής σκέψης μέσω καθοδηγούμενων ασκήσεων με Jupyter Notebooks, iii) η μάθηση που βασίζεται σε προβλήματα (problem-based learning). Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα Python καθώς υποστηρίζει ικανοποιητικά αυτές τις μεθόδους. Οι στόχοι του προγράμματος ήταν να αυξήσει το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων, να αναπτύξει την κατανόησή τους για πολύπλοκες υπολογιστικές έννοιες και να τους παρέχει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον με πρακτικές εφαρμογές. Οι συμμετέχοντες ήταν 23 και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες ανάλογα με την εμπειρία τους στον προγραμματισμό (περισσότερο και λιγότερο εξοικειωμένοι). Οι ομάδες αυτές συμμετείχαν σε τρεις δραστηριότητες βασιζόμενες στις τρεις προαναφερόμενες εκπαιδευτικές μεθόδους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρώτη μέθοδος κράτησε αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών σε απλά σενάρια εφαρμογών, αλλά όχι και στα πιο πολύπλοκα, καθώς χρειάζονταν

περισσότερες προγραμματιστικές ικανότητες (το 30% των μαθητών που δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία δήλωσαν ότι δυσκολεύτηκαν). Με τη δεύτερη μέθοδο, τα Jupyter Notebooks φάνηκε ότι βοήθησαν τους μαθητές να συλλάβουν γρήγορα τις νέες προγραμματιστικές έννοιες που εξέταζαν. Το 40% εξ αυτών δήλωσαν ότι δυσκολεύτηκαν να αντιληφθούν κάποιες έννοιες, ωστόσο όλοι κατάφεραν να ολοκληρώσουν με επιτυχία τις ασκήσεις. Αυτό έδειξε ότι είναι καταλληλότερα σε περιπτώσεις που οι μαθητές έχουν διαφορετικά επίπεδα γνώσης προγραμματισμού. Η τρίτη μέθοδος μέσω της επίλυσης προβλημάτων, ενθάρρυνε τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα ένα πρόβλημα και να προσπαθήσουν να το λύσουν με εφευρετικούς τρόπους γεγονός που κινητοποίησε τη συμμετοχή τους και πρόσφερε βαθύτερη γνώση για το εξεταζόμενο θέμα. Πάντως ένα ποσοστό 80% των μαθητών συμφώνησαν ότι η μέθοδος αυτή ήταν πιο απαιτητική σε σενάρια που υπήρχε ένας μεγάλος αριθμός πιθανών λύσεων για ένα πρόβλημα. Συνολικά αυτές οι προσεγγίσεις μπορούν να προσελκύσουν περισσότερο τους μαθητές να επιλέξουν μια σταδιοδρομία σχετική με την επιστήμη των υπολογιστών.

Ένα θερινό πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης για μαθήτριες λυκείου

Με αφορμή την μειωμένη παρουσία των γυναικών σε επαγγέλματα που σχετίζονται με την επιστήμη των υπολογιστών, διοργανώθηκε από το Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του Πανεπιστημίου του Stanford των ΗΠΑ, ένα θερινό πρόγραμμα δύο εβδομάδων, με 24 θέσεις, που απευθυνόταν σε μαθήτριες λυκείου και αφορούσε την Επιστήμη των υπολογιστών (ΕΥ) και συγκεκριμένα την Τεχνητή νοημοσύνη (ΤΝ) (Vachovsky et al., 2016). Στόχος του προγράμματος ήταν να αυξήσει τις τεχνικές γνώσεις, να προσελκύσει το ενδιαφέρον και να καλλιεργήσει την αυτοπεποίθηση των συμμετεχόντων ότι μπορούν να επιτύχουν επαγγελματικά σε αυτόν τον τομέα. Μάλιστα το πρόγραμμα επιδίωξε να επισημάνει πώς έννοιες της ΤΝ μπορούν βοηθήσουν στην επίλυση κοινωνικών προβλημάτων, ένα θέμα που φαίνεται να προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις μαθήτριες. Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχουσες είχαν την ευκαιρία να ασχοληθούν με ερευνητικά projects όπου στο καθένα από αυτά εφαρμόζονται οι έννοιες της ΤΝ για ανθρωπιστικούς σκοπούς, όπως ο σχεδιασμός ασφαλέστερων νοσοκομείων, η παροχή βοήθειας σε έκτακτες ανάγκες, η αναγνώριση καρκινικών κυττάρων μέσω γενετικού κώδικα και η ασφαλέστερη οδήγηση. Τα projects αυτά σχεδιάστηκαν σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνται από επαγγελματίες ερευνητές, ώστε οι συμμετέχουσες να αποκτήσουν μια πρώτη εμπειρία για το επάγγελμα αυτό καθώς και την αυτοπεποίθηση ότι και οι ίδιες ότι θα μπορούσαν να ανταπεξέλθουν. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε η γλώσσα Python και το προγραμματιστικό περιβάλλον του Jupyter Notebook. Οι μαθήτριες που επιλέχθηκαν να συμμετέχουν είχαν υψηλές επιδόσεις σε μαθήματα όπως τα μαθηματικά και οι επιστήμες, αλλά όχι απαραίτητα προηγούμενη επαφή με τον προγραμματισμό.

Τα αποτελέσματα της έρευνας των διοργανωτών έδειξαν ότι επιτεύχθηκαν οι στόχοι του προγράμματος. Δηλαδή διαμορφώθηκε στις συμμετέχουσες μια καλύτερη αντίληψη για το πως μπορούν οι τομείς της ΕΥ και της ΤΝ να έχουν αντίκτυπο στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων, αλλά και ότι είναι απόλυτα ικανές να επιτύχουν σε αυτούς τους παραδοσιακά ανδροκρατούμενους τομείς. Συγκεκριμένα οι μέσες τιμές των απαντήσεων των μαθητριών πριν και μετά το πρόγραμμα έδειξαν αύξηση της αυτοπεποίθησής τους στην ΕΥ (θετική διαφορά +0.25) και στην ΤΝ (+0.33) καθώς και του ενδιαφέροντός τους να ακολουθήσουν καριέρα σχετική με την ΕΥ (+0.29) και την ΤΝ (+0.58). Επίσης αυξήθηκε η αλληλοϋποστήριξη μεταξύ τους (+0.84). Συμπερασματικά η επαφή με το περιβάλλον του Jupyter Notebook τους έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθούν έμπρακτα με έννοιες, σε συνθήκες που δουλεύουν οι ίδιοι οι ερευνητές και να αποκτήσουν τεχνικές γνώσεις με εφαρμογή σε θέματα που τους

ενδιαφέρουν, εμπνέοντας τους για μια πιθανή επιλογή καριέρας σε αυτό το επιστημονικό πεδίο.

Μία «κατασκήνωση κώδικα» για μαθητές γυμνασίου

Με αφορμή την έλλειψη εκπροσώπησης στην Επιστήμη των Υπολογιστών (ΕΥ) από ορισμένες κοινωνικές ομάδες όπως οι γυναίκες, οι έγχρωμοι φοιτητές και οι φοιτητές με χαμηλότερη κοινωνικοοικονομική θέση σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε δύο συνεχόμενες χρονιές (2017, 2018) από το Κολλέγιο Γκρίνελ, στην Άϊοβα των ΗΠΑ, μία καλοκαιρινή «Κατασκήνωση κώδικα» για μαθητές γυμνασίου (38 και 25 συμμετέχοντες αντίστοιχα) που είχε διάρκεια μίας εβδομάδας (Bryant et al., 2019). Στόχος της διοργάνωσης ήταν να τονίσει σημαντικές χρήσεις της πληροφορικής και να καλλιεργήσει στους συμμετέχοντες την αυτοπεποίθηση και τα κίνητρα ώστε να κατανοήσουν ότι όλοι μπορούν να ασχοληθούν με την ΕΥ. Η προσπάθεια αυτή εστίασε στην «Επιστήμη των Δεδομένων για το Κοινωνικό Καλό», ώστε να ενθαρρύνει τους μαθητές να αντιληφθούν ότι η Επιστήμη των Δεδομένων και των Υπολογιστών μπορεί να έχει ένα θετικό αντίκτυπο στον κόσμο βοηθώντας στην αντιμετώπιση κοινωνικών προβλημάτων. Οι μαθητές λοιπόν, είχαν την ευκαιρία να αναπτύξουν οι ίδιοι αλγορίθμους, να ασχοληθούν με την εξερεύνηση και την απεικόνιση δεδομένων και να έρθουν σε επαφή με την συγκέντρωση και διαχείριση δεδομένων, ώστε να κατανοήσουν πώς μπορούν μέσω αυτής της διαδικασίας να δημιουργούν επιχειρήματα για ένα κοινωνικό θέμα και να τα χρησιμοποιούν για να ανοίγουν εποικοδομητικούς διαλόγους πάνω σε αυτό.

Το ένα από τα δύο προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Jupyter Notebook, το οποίο επιλέχθηκε με σκοπό να δώσει την ευκαιρία στους συμμετέχοντες να προγραμματίσουν σε ρεαλιστικές συνθήκες όπως οι επαγγελματίες προγραμματιστές σε γλώσσα Python. Να αναφερθεί εδώ ότι οι συμμετέχοντες είχαν μικρή ή καθόλου εμπειρία στον προγραμματισμό. Τα Jupyter Notebooks στα οποία εργάζονταν οι μαθητές περιείχαν οδηγίες, πόρους και κώδικα με συμπλήρωση κενών και πρόσφεραν στους μαθητές ένα χώρο για να εξασκήσουν διάφορες έννοιες σχετικές με την επιστήμη των δεδομένων. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από τα αποτελέσματα της διοργάνωσης του 2017 προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες έδειξαν πολύ μεγαλύτερο ενθουσιασμό για το Jupyter Notebook σε σχέση με το άλλο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε γιατί, όπως είπαν, δουλεύοντας με αυτό είχαν την αίσθηση ότι προγραμματίζουν σε πραγματικές συνθήκες.

Τα συμπεράσματα από τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες των δύο διοργανώσεων έδειξαν ότι εκπληρώθηκε ο βασικός σκοπός της διεξαγωγής τους, να βοηθήσουν δηλαδή τους συμμετέχοντες να πιστέψουν στις υπολογιστικές τους ικανότητες. Ακόμη στις απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες στα ερωτηματολόγια της 1ης και της 2ης χρονιάς παρατηρήθηκε θετική αύξηση της μέσης τιμής, ιδιαίτερα στις προτάσεις «Μοιαζω με επιστήμονας υπολογιστών» (+0.94) και «Γνωρίζω πολλά για την ΕΥ» (+1.2). Σχετικά με τη χρήση του Jupyter Notebook φάνηκε ότι παρόλο που πρόκειται για ένα επαγγελματικό προγραμματιστικό περιβάλλον που στην αρχή μπορεί να πτοεί τους λιγότερο έμπειρους χρήστες, εν τέλει η εξοικείωση με αυτό ενδυναμώνει και δημιουργεί στους νέους περισσότερη αυτοπεποίθηση για τις δεξιότητές τους.

Ένα θερινό πρόγραμμα επιστήμης των δεδομένων για μαθητές λυκείου

Το καλοκαίρι του 2018 υλοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο DePaul του Σικάγο ένα πρόγραμμα για μαθητές λυκείου, και ιδιαίτερα μαθητές από υποεκπροσωπούμενες ομάδες των δημόσιων σχολείων του Σικάγο, με στόχο να τους εισάγει στο ταχέως αναπτυσσόμενο πεδίο της Επιστήμης των Δεδομένων (ΕΔ) μέσω μιας σειράς πρακτικών δραστηριοτήτων (Mobasher et al., 2019). Αφορμή αποτέλεσε το γεγονός ότι παρόλο που τα τελευταία χρόνια

υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την υποστήριξη εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών στον τομέα της πληροφορικής για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ελάχιστα από τα υπάρχοντα προγράμματα επικεντρώνονται στην ΕΔ, με αποτέλεσμα, οι μαθητές που την επιλέγουν ως σταδιοδρομία να είναι λίγοι σε σχέση με την αυξανόμενη ζήτηση για επαγγελματίες στον τομέα αυτό. Το πρόγραμμα επιδίωξε να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν την αυτοπεποίθηση για τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων μέσω της ΕΔ και να δείξει τη δύναμη των υπολογιστικών εργαλείων για την εξαγωγή πληροφοριών από δεδομένα. Επιπλέον τους ενθάρρυνε να είναι ενημερωμένοι και κριτικοί αναγνώστες των ποσοτικών επιχειρημάτων που συναντούν γύρω τους στις ειδήσεις, στις εφημερίδες και στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Οι μαθητές εκτέθηκαν σε διάφορα εργαλεία που συχνά χρησιμοποιούνται για την εξερεύνηση και ανάλυση των δεδομένων, ανάμεσα τους και το Jupyter Notebook. Στόχος ήταν όχι τόσο να αποκτήσουν δεξιότητες προγραμματισμού, όσο να εξοικειωθούν με τα διαφορετικά εργαλεία. Ο αριθμός των συμμετεχόντων ήταν 15 και οι ηλικίες τους 16-17 ετών, ενώ μία από τις προϋποθέσεις για τη συμμετοχή τους ήταν να έχουν ολοκληρώσει το μάθημα της Επιστήμης των Υπολογιστών, καθώς και το μάθημα της Γεωμετρίας ή/και της Άλγεβρας. Συνολικά η διοργάνωση πέτυχε τους στόχους της που ήταν να εκθέσει τους μαθητές σε έννοιες σχετικές με την ΕΔ και να προκαλέσει τον ενδιαφέρον τους σε μια πιθανή επιλογή σταδιοδρομίας. Χαρακτηριστικά, στην αρχή του προγράμματος μόνο το 34.6% των μαθητών δήλωσαν ότι γνώριζαν τι είναι η ΕΔ, ενώ μέχρι το τέλος του όλοι ένιωσαν ότι απέκτησαν μια καλή εικόνα για τον κλάδο αυτό. Μάλιστα το ενδιαφέρον τους να ακολουθήσουν μια καριέρα σχετική με την ΕΔ αυξήθηκε από το 65.4% των μαθητών σε 91.7%. Δεν ζητήθηκε να αξιολογηθούν ξεχωριστά τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του προγράμματος, επομένως δεν υπήρχαν συγκεκριμένα σχόλια αναφορικά με το Jupyter Notebook, ωστόσο φάνηκε ότι το κομμάτι της απεικόνισης των δεδομένων (data visualizations), το οποίο υποστηρίζεται εξαιρετικά από τα Jupyter Notebooks, ήταν ένα από τα αγαπημένα θέματα των συμμετεχόντων. Μάλιστα ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 80% δήλωσε ότι έμαθαν πως να χρησιμοποιήσουν την απεικόνιση δεδομένων για να «διηγηθούν μία ιστορία».

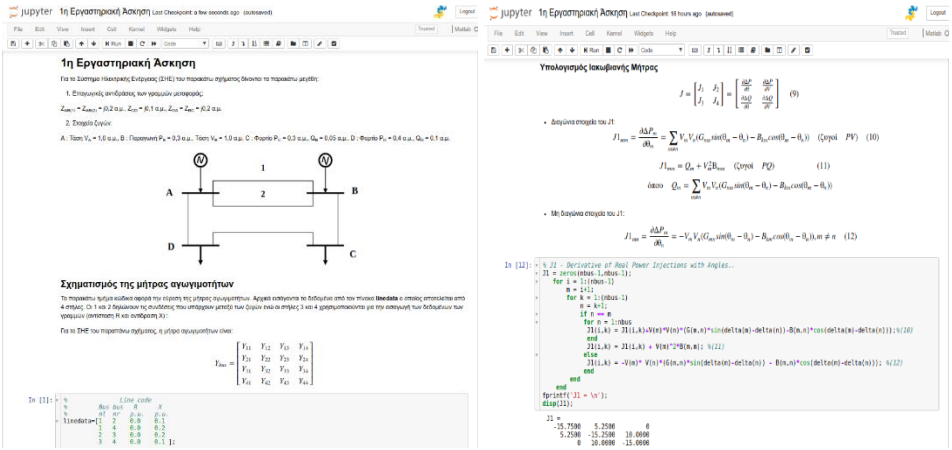
Εφαρμογή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (Ροή Φορτίου)

Αναντίρρητα, τα Jupyter Notebooks αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση και ιδιαίτερα στους κλάδους των μηχανικών, καθώς επιτρέπουν τη σύνδεση των φυσικών και μαθηματικών εννοιών με πρακτικές εφαρμογές και τη συσχέτισή τους με τον πραγματικό κόσμο. Είναι επίσης ιδανικό για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών σεναρίων, καθώς μπορεί να συνεισφέρει στην εξερεύνηση καινοτόμων προσεγγίσεων και να βελτιώσει τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Cardoso et al., 2019a; 2019b; Lovejoy & Wickert, 2015; Perkel, 2018; Suárez et al., 2018).

Σε ότι αφορά τα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ), η αυξανόμενη ενσωμάτωση σε αυτάτων ΤΠΕ υπαγορεύει την αναγκαιότητα ευρείας κατανόηση των θεμάτων αυτών από τους σημερινούς και μελλοντικούς ερευνητές και μηχανικούς. Ως εκ τούτου, τα εργαστηριακά μαθήματα πρέπει να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται σε αποτελεσματικά και ευέλικτα εργαστηριακά περιβάλλοντα (Kotsampopoulos et al., 2017).

Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε εφαρμογή του Jupyter Notebook για τον σχεδιασμό διαδραστικού εκπαιδευτικού υλικού του εργαστηρίου μαθήματος που αφορά την ανάλυση συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ που απευθύνεται σε προπτυχιακούς φοιτητές (Παπαδιάς, 1985). Στόχος του συγκεκριμένου εργαστηρίου είναι η μελέτη προβλημάτων που σχετίζονται με τη

ροή φορτίου/ισχύος στα ΣΗΕ, όπου με δεδομένη την τοπολογία του συστήματος (δικτύου) και την ισχύ κάθε μονάδας υπολογίζονται σημαντικά ηλεκτρικά μεγέθη (π.χ. τάσεις, ρεύματα). Η μελέτη της ανάλυσης της ροής φορτίου σε ένα ΣΗΕ έχει καθοριστικό ρόλο στην ανάλυση και το σχεδιασμό του, καθώς διασφαλίζει την παραμονή του εντός ορίων λειτουργίας όταν συμβαίνουν σε αυτό αλλαγές. Επομένως η σωστή κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος, μέσω των προσομοιώσεων είναι πολύ σημαντική για τους μελλοντικούς μηχανικούς. Οι υπολογισμοί της ροής φορτίου περιλαμβάνουν τη λύση ενός μεγάλου αριθμού πολύπλοκων εξισώσεων, με τη βοήθεια επαναληπτικών μεθόδων και πραγματοποιούνται σε Matlab, μια γλώσσα προγραμματισμού ιδιαίτερα διαδεδομένη στους μηχανικούς. Εώς σήμερα το εργαστήριο αυτό πραγματοποιείται με χρήση του εργαλείου Matlab, χωρίς ωστόσο να δίνεται στους φοιτητές ο κώδικας των επαναληπτικών μεθόδων, λόγω του μεγέθους, της πολυπλοκότητάς του και της δυσκολίας να επεξηγηθεί κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου.



Σχήμα 1. Παράδειγμα από τις εργαστηριακές ασκήσεις στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (δίκτυο, πίνακας, εξισώσεις, κώδικας, αποτελέσματα) με χρήση του Jupyter Notebook

Η χρήση του Jupyter Notebook σε αυτή την περίπτωση λοιπόν, αποσκοπεί στο να συνδέσει τον κώδικα και τα αποτελέσματα των αλγορίθμων της ροής φορτίου με το θεωρητικό υπόβαθρο, ώστε οι φοιτητές να δουν πως επιλύονται προγραμματιστικά οι πολύπλοκες μαθηματικές εξισώσεις, να κατανοήσουν καλύτερα τη μεθοδολογία και να είναι σε θέση να την εφαρμόσουν. Παράλληλα μέσω της διαδραστικότητας του Jupyter Notebook, η οποία επιτρέπει την αλληλεπίδραση με τις προσομοιώσεις και με τις απεικονίσεις, επιδιώκεται η ανάπτυξη μιας πιο ολοκληρωμένης, διαισθητικής αντίληψης των εννοιών της ροής φορτίου. Τέλος η ελεύθερη πρόσβαση στα αρχεία αυτά, έχει στόχο να δώσει την ευχέρεια στους φοιτητές να εξερευνήσουν και οι ίδιοι αυτές τις έννοιες στο βαθμό που το επιθυμούν. Στο Σχήμα 1 φαίνεται ένα παράδειγμα για το πως οι δύσκολες μαθηματικές εξισώσεις συνοδεύουν τον αντίστοιχο κώδικα Matlab και τα αποτελέσματα του κώδικα αυτού.

Συμπεράσματα

Οι κοινωνικές και τεχνολογικές εξελίξεις επιτάσσουν την αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας με νέες πρακτικές/εργαλεία, ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν μια πολύπλευρη εκπαίδευση που ενισχύει την κριτική σκέψη, προσφέρει κίνητρα για μάθηση και στοχεύει στην καλλιέργεια των δεξιοτήτων της ευελιξίας και της προσαρμοστικότητας στα συνεχώς μεταβαλλόμενα δεδομένα της εποχής μας. Στο πλαίσιο αυτό, έγινε σύντομη ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας για το εργαλείο Jupyter Notebook, αποτελώντας την πρώτη αναφορά του συγκεκριμένου εργαλείου στην ελληνική βιβλιογραφία αναφορικά με τη χρήση του στην εκπαίδευση. Το Jupyter Notebook αποτελεί ένα μέσο για την ανάπτυξη καινοτόμων εκπαιδευτικών εμπειριών που δίνουν μια πιο σφαιρική εικόνα του αντικειμένου που εξετάζουν, ενθαρρύνουν την ενεργό μάθηση, διευρύνουν τις δυνατότητες των μαθητών για πειραματισμό και προσφέρουν πολλά ερεθίσματα που εμφυσούν το ενδιαφέρον για τη μάθηση. Παράλληλα ωφελούν σημαντικά την κατανόηση, τη συμμετοχή και τις επιδόσεις των μαθητών. Από τις παραπάνω εκπαιδευτικές προτάσεις και τις εφαρμογές που μελετήθηκαν σε μαθητές σχολείου φαίνεται ότι, με την κατάλληλη καθοδήγηση, οι μαθητές είναι απόλυτα ικανοί να αλληλεπιδράσουν με ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που θεωρείται πιο δύσκολο, και μάλιστα να ασχοληθούν με απαιτητικές έννοιες. Άλλωστε, σταδιακά προβλέπεται να δημιουργηθεί η ανάγκη εισαγωγής τέτοιων εργαλείων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ώστε να υποστηριχθούν νέα μαθήματα όπως η Επιστήμη των δεδομένων. Απ' όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι αποτελεί ένα εργαλείο που μπορεί να συνεισφέρει στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στο σχολείο, αλλά και στο πανεπιστήμιο. Το πλήθος των εφαρμογών που είναι διαθέσιμες και ανοικτές στο διαδίκτυο (π.χ. στο GitHub) και οι θετικές αντιδράσεις μαθητών και εκπαιδευτικών είναι ενθαρρυντικά στοιχεία για τη συνέχεια.

Αναφορές

Aoun, J. E. (2017). *Robot-proof: higher education in the age of artificial intelligence.* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Barba, L., & Forsyth, G. (2018). CFD Python: The 12 steps to Navier–Stokes equations. *Journal of Open Source Education*, *1*(9), 21–23.

Barba, L., & Mesnard, O. (2019). Aero Python: classical aerodynamics of potential flow using Python. *Journal of Open Source Education*, *2*(15), 45–47.

Biehler, R., Budde, L., Frischemeier, D., Heinemann, B., Podworny, S., Schulte, C., & Wassong, T. (Eds.). (2018). *Paderborn Symposium on Data Science Education at School Level 2017: The Collected Extended Abstracts.* Paderborn: Universitätsbibliothek Paderborn.

Brunner R. J., & Kim E. J. (2016). *Teaching Data Science. International Conference on Computational Science 2016*, ICCS 2016, 6-8 June 2016. San Diego, California, USA.

Bryant, C., Chen, Y., Chen, Z., Gilmour, J., Gumidyala, S., Herce-Hagiwara, B., Koures, A., Seoyeon, L., Msekela, J., Pham, AT., Remash, H., Remash, M., Schoenle, N., Zimmerman, J., Albright, S. D., & Rebelsky, S. A. (2019). A Middle-School Code Camp Emphasizing Data Science for Social Good. *In Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '19)*. New York, NY, USA: ACM.

Burrill, G., & Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. In Batanero, C., Burrill, G., & Reading, C. (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education — a joint ICMI/IASE study: The 18th ICMI study* (pp. 57–69). Dordrecht: Springer.

Cardoso, A., Leitão J., & Teixeira C. (2019a). Using the Jupyter Notebook as a Tool to Support the Teaching and Learning Processes in Engineering Courses. In: Auer M., Tsiatsos T. (eds) *The Challenges of the Digital Transformation in Education. ICL 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing,* vol. 917. Cham: Springer.

Cardoso, A., Leitão, J., Gil, P., Marques, A. S., & Simões, N. E. (2019b). Demonstration: Using IPython to Demonstrate the Usage of Remote Labs in Engineering Courses – A Case Study Using a Remote Rain Gauge. In M. E. Auer, & R. Langmann (Eds.), *Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 714–720). Springer.

Çetinkaya-Rundel, M., & Rundel, C. (2018). Infrastructure and Tools for Teaching Computing Throughout the Statistical Curriculum. *The American Statistician*, *72*(1), 58–65.

Chakravorty, D., McMullen, D., Liu, H., Ghaffari N., Rodriguez, D., Le, S., Gober, N., Wei, Z., Jordan, L., Pennings, M., Rodriguez, D., & Buchanan, C. (2019). Evaluating Active Learning Approaches for Teaching Intermediate Programming at an Early Undergraduate Level. *Journal of Computational Science Education, 10*(1), 61–66.

Dawson, C., & Rakes, G. C. (2003). The influence of principals' technology training on the integration of technology into schools. *Journal of Research on Technology in Education*, *36*(1), 29–49.

Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science education. *Statistics Education Research Journal (SERJ)*, *16*(1), 44–49.

Engel, J. (Ed.) (2016). Promoting understanding of statistics about society. *Proceedings of the IASE Roundtable*. Retrieved June 10, 2019, from http://www.iase-web.org/Conference_Proceedings.php

Engel, J., Gal, I., & Ridgway, J. (2016). Mathematical literacy and citizen engagement: The role of civic statistics. Paper presented at the *13th International Congress on Mathematics Education (ICME13).*

Granger, C. A., Morbey, M. L., Lotherington, H., Owston, R. D., & Wideman, H. H. (2002). Factors contributing to teachers' successful implementation of IT. *Journal of Computer Assisted Learning*, *18*(4), 480–488.

Harari, Y. N. (2017). *Homo Deus: A brief history of tomorrow*. New York: Harper Collins Publishers.

Heinemann, B., Opel, S., Budde, L., Schulte, C., Frischemeier, D., Biehler, R., Podworny, S., & Wassong, T. (2018): Drafting a Data Science Curriculum for Secondary Schools. *In Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Re-search* (Koli Calling '18). ACM

Kany, F., Louédoc, B. (2018). A SPOC Produced by Sophomores for Their Junior Counterparts. In: Uskov V., Howlett R., Jain L. (eds) *Smart Education and e-Learning 2017. SEEL 2017. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 75. Cham: Springer.

Ketcheson, D. I. (2014). Teaching numerical methods with IPython notebooks andinquiry-based learning. In Stéfan van der Walt & James Bergstra (Eds.), *Proceedings of the 13th Python in Science Conference* (pp. 19–25). Retrieved April 20, 2019, from http://hdl.handle.net/10754/346689

Kluyver, T., Ragan-Kelley, B., Pérez, F., Granger, B., Bussonnier, M., Frederic, J., Kelley, K., Hamrick, J., Grout, J., Corlay, S., Ivanov, P., Avila, D., Abdalla, S., Willing, C., & Jupyter development team (2016). Jupyter Notebooks – a publishing format for reproducible computational workflows. Loizides, Fernando and Scmidt, Birgit (eds.) In *Positioning and Power in Academic Publishing: Players, Agents and Agendas* (pp. 87–90). IOS Press.

Kotsampopoulos, P., Hatziargyriou, N., Strasser, T. I., Moyo, C., Rohjans, S., Steinbrink, C., & Burt, G. M. (2017). Validating Intelligent Power and Energy Systems – A Discussion of Educational Needs. *Proceedings of 8th International Conference on. Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems. 2017* (pp. 200–212). Lecture Notes in Computer Science, Vol. 10444.

Lovejoy, M., & Wickert, M. (2015). Using the IPython notebook as the computing platform for signals and systems courses. In: *IEEE Signal Processing and Signal Processing Education Workshop (SP/SPE 2015)* (pp. 289–294).

Mobasher, B., Dettori, L., Raicu, D., Settimi, R., Sonboli, N., & Stettler, M. (2019). Data Science Summer Academy for Chicago Public School Students. *SIGKDD Explor. Newsl.*, *21*(1), 49–52.

O'Neil, C. (2016*). Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. New York: Crown.

O'Hara, K. J., Blank, D. S., & Marshall, J. B. (2015). Computational Notebooks for AI Education, *Computational Notebooks for AI Education* (pp. 263–268).

Pérez, F., & Granger, B. E. (2007). IPython: A System for Interactive Scientific Computing, Computing in Science and Engineering. Retrieved May 20, 2019, from http://ipython.org/

Pérez, F., & Granger, B. E. (2015). Project jupyter: Computational narratives as the engine of collaborative data science. Retrieved May 20, 2019, from http://archive.ipython.org/JupyterGrantNarrative-2015.pdf

Perkel, J. M. (2018). Why Jupyter is data scientists' computational notebook of choice. *Nature*, *563*, 145.

Smarkola, C. (2011). A mixed-methodological technology adoption study. Cognitive Belief-Behavioral Model Assessments in Predicting Computer Usage Factors in the Classroom. In: Teo T. (Ed.), *Technology Acceptance in Education Research and Issues* (pp. 9–42).

Srnec, M. N., Upadhyay, S., & Madura, J. D. (2016). Teaching Reciprocal Space to Undergraduates via Theory and Code Components of an IPython Notebook. *Journal of Chemical Education*, *93*(12), 2106–2109.

Suárez, A., Alvarez- Feijoo, M. A., Fernández González, R., & Arce, E. (2018). Teaching optimization of manufacturing problems via code components of a Jupyter Notebook. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, *26*(5), 1102–1110.

Tissenbaum, M., Sheldon, J., & Sherman, M. (2018). The state of the field in computational thinking assessment. *Proceedings of the 2018 International Conference of the Learning Sciences, ICLS*, *2* (pp. 1304–1311) (2018-June).

Toews, C. (2017). Computational Inquiry in Introductory Statistics. *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 27*(7), 707–724,

Vachovsky, M. E., Wu, G., Chaturapruek, S., Russakovsky, O., Sommer, R., & Fei-Fei, L. (2016). Toward More Gender Diversity in CS through an Artificial Intelligence Summer Program for High School Girls. In *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education* (SIGCSE '16) (pp. 303–308). New York: ACM.

Weigend, A. S. (2017). *Data for the people: how to make our post-privacy economy work for you*. New York: Basic Books.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 3–35.

Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding a 21st century problem solving in K-12 classrooms. *TechTrends, 60*, 565–568.

Yu, Y. F., Chen, Y. (2018). Design and Development of High School Artificial Intelligence Textbook Based on Computational Thinking. *Open Access Library Journal*, *5*(09), 1–14.

Βοσνιάδου, Σ. (2006). *Παιδιά, Σχολεία και Υπολογιστές*. Αθήνα: Gutenberg.

Μήτκας, Κ., Τσουλής, Μ., & Πόθος, Δ. (2014). Αξιοποίηση και εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη. *Ο Ρόλος της σχολικής μονάδας. Μελέτη Περίπτωσης. Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνιών στη διδακτική πράξη»* (σσ. 233–246), 4-6 Απριλίου. Νάουσα.

Παπαδιάς, Β. (1985). *Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας: Μόνιμη Κατάσταση Λειτουργίας* (Τόμος 1). Αθήνα: Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Φραγκάκη, Μ. (2007). Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας: Μελέτη ενός μοντέλου επιμόρφωσης εκπαιδευτικών για την παιδαγωγική αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Διδακτορική Διατριβή (Αδημοσίευτη). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Μαθηματικών και Πληροφορικής.

Φραγκάκη, Μ., Μακράκης, Β., Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2007). Εκπαιδευτικοί ως φορείς διδακτικής και κοινωνικής αλλαγής: Κριτικοαναστοχαστική έρευνα δράσης μιας Ηλεκτρονικής Κοινότητας Μάθησης για την παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ, στο *Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη. Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή για τις ΤΠΕ* Α΄ τόμος (σσ. 606–616). Σύρος, 4, 5 & 6 Μαΐου 2007.