

Toolkit 3: Ένα πρότυπο για μίνι-PBL

Τι ακριβώς είναι η Μάθηση Βάσει Έργων (PBL)

Η μάθηση βάσει έργων είναι μια διδακτική προσέγγιση που εμπλέκει τους μαθητές σε διερευνήσεις του πραγματικού κόσμου, που είναι διαρκείς και συνεργατικές. Τα έργα οργανώνονται γύρω από μια κεντρική ερώτηση και οι μαθητές συμμετέχουν σε διάφορες εργασίες που στοχεύουν να απαντήσουν ουσιαστικά αυτή την ερώτηση.

Τα έργα μπορεί να είναι σύνθετες εργασίες, βασισμένες σε προκλητικές ερωτήσεις, προβλήματα, γεγονότα ή δραστηριότητες, που εμπλέκουν τους μαθητές στον σχεδιασμό, την εφαρμογή, την ανάκλαση, την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων, δίνοντάς τους την ευκαιρία να εργαστούν συνεργατικά και ανεξάρτητα για μια χρονική περίοδο, που ολοκληρώνεται με ένα ρεαλιστικό προϊόν, παρουσίαση, δραστηριότητα ή γεγονός.

Τα ακόλουθα κριτήρια χαρακτηρίζουν τη μάθηση βάσει έργων:

- Τα έργα είναι κεντρικά και όχι περιφερειακά στο πρόγραμμα σπουδών.
- Τα έργα PBL εστιάζονται σε ερωτήσεις ή προβλήματα ή δραστηριότητες που "οδηγούν" τους μαθητές να αντιμετωπίσουν (και να αγωνιστούν με) τις κεντρικές έννοιες και αρχές ενός κλάδου.
- Τα έργα εμπλέκουν τους μαθητές σε μια εποικοδομητική διερεύνηση.
- Τα έργα καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τους μαθητές.
- Τα έργα προσθέτουν αξία και είναι ρεαλιστικά και αυθεντικά (όχι σχολικά).

Σχεδιασμένα σωστά, η μάθηση βάσει έργων θα προκαλέσει όλους τους μαθητές να αποδώσουν στα υψηλότερα επίπεδα, απαιτώντας από αυτούς να:

- σκέφτονται κριτικά, δημιουργικά και συνεργατικά,
- αποκτούν γνώσεις από τους κλάδους,
- αναπτύσσουν αποτελεσματικές δεξιότητες προφορικής και γραπτής επικοινωνίας,
- εφαρμόζουν τη μάθησή τους σχεδιάζοντας προϊόντα και επιδόσεις,
- αξιολογούν τη δική τους μάθηση,
- αναπτύσσονται ως αυτο-κατευθυνόμενοι, ανεξάρτητοι και αλληλοεξαρτώμενοι μαθητές,
- ενσωματώνουν την τεχνολογία με νόημα.

Μάθηση Βάσει Έργων vs Μάθηση Βάσει Προβλημάτων

Ποια είναι η διαφορά; Καμία, κατά έναν τρόπο. Η μάθηση βάσει προβλημάτων είναι το πρώτο βήμα της μάθησης βάσει έργων. Για να φτάσετε στην πτυχή της μάθησης βάσει έργων, πρέπει να περάσετε από την πτυχή της βάσει προβλημάτων. Δεν είναι δυνατό να

κάνετε μια μονάδα βάσει έργων χωρίς την μονάδα βάσει προβλημάτων, καθώς το πρόβλημα είναι η βάση του έργου.

Εναλλακτικά, σκεφτείτε το ως εξής:

- Στις μονάδες βάσει έργων, οι μαθητές δημιουργούν ένα προϊόν, όπου η διαδικασία παραγωγής αυτού του προϊόντος είναι τόσο σημαντική όσο και το τελικό αποτέλεσμα.
- Στις μονάδες βάσει προβλημάτων, οι μαθητές αναπτύσσουν μια λύση.

Πώς συνδέονται όλα αυτά; (Βήματα από τη βάση προβλημάτων στη βάση έργων)

Θεωρώντας τη μάθηση βάσει έργων με τον πιο γενικό τρόπο, μπορεί να αναλυθεί στα ακόλουθα εννέα βήματα (φυσικά, οι εκπαιδευτές-προπονητές θα πρέπει να τροποποιήσουν τα βήματα ανάλογα με την εργασία και τους μαθητές):

1. Ο εκπαιδευτής-προπονητής ετοιμάζει τη σκηνή για τους μαθητές με πραγματικά παραδείγματα των έργων που θα κάνουν.
2. Οι μαθητές αναλαμβάνουν τον ρόλο των σχεδιαστών έργου, πιθανώς δημιουργώντας ένα φόρουμ για επίδειξη ή διαγωνισμό.
3. Οι μαθητές συζητούν και συγκεντρώνουν τις βασικές πληροφορίες που απαιτούνται για τα σχέδιά τους.
4. Ο εκπαιδευτής-προπονητής και οι μαθητές συμφωνούν τα κριτήρια για την αξιολόγηση των έργων.
5. Οι μαθητές συγκεντρώνουν τα υλικά που απαιτούνται για το έργο.
6. Οι μαθητές δημιουργούν τα έργα τους.
7. Οι μαθητές προετοιμάζονται να παρουσιάσουν τα έργα τους.
8. Οι μαθητές παρουσιάζουν τα έργα τους.
9. Οι μαθητές ανακλούν τη διαδικασία και αξιολογούν τα έργα με βάση τα κριτήρια που καθορίστηκαν στο Βήμα 4.

PBL ως κέντρο της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας

Το μοντέλο PBL έχει την προέλευσή του στις ιατρικές σπουδές στο Πανεπιστήμιο MacMaster (Καναδάς). Εδώ στην Ευρώπη, το Πανεπιστήμιο Maastrich (Ολλανδία) και το Πανεπιστήμιο Aalborg (Δανία) είναι κύρια παραδείγματα σχεδιασμού προγραμμάτων σπουδών με το μοντέλο PBL.

Το εκπαιδευτικό μοντέλο αυτών των πανεπιστημίων είναι σχεδιασμένο γύρω από τη διδακτική μέθοδο της Μάθησης με Κέντρο τα Έργα (PCL). Στη PCL, οι μαθητές συμμετέχουν σε ένα έργο ανά εξάμηνο στο οποίο εφαρμόζουν και ενσωματώνουν επιλεγμένο περιεχόμενο των μαθημάτων. Αυτό τους επιτρέπει να αναπτύξουν μια ποικιλία δεξιοτήτων όπως η διαχείριση έργων, η γραφή, η παρουσίαση και η εργασία σε ομάδα. Τα πανεπιστήμια προσφέρουν μαθήματα δεξιοτήτων για την περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των ικανοτήτων, οι οποίες είναι επίσης σημαντικές για τη μελλοντική καριέρα σας.

Κανένας από τους εταίρους του Πυθαγόρα δεν ακολουθεί αυτό το μοντέλο, αλλά αυτό το έργο Erasmus+ θα τους επιτρέψει να αποκτήσουν εμπειρία και δεξιότητες στον σχεδιασμό έργων, πώς να τα εφαρμόσουν στην τάξη και να ξεκινήσουν μια πλήρη οργανωτική μεταμόρφωση, μεταβαίνοντας από τις κλασικές μεθόδους σε μια πιο μαθητοκεντρική προσέγγιση.

Η μαθητοκεντρική μάθηση[1] έχει οριστεί πιο απλά ως μια προσέγγιση μάθησης στην οποία οι μαθητές επιλέγουν όχι μόνο τι θα μελετήσουν αλλά και πώς και γιατί αυτό το θέμα μπορεί να τους ενδιαφέρει (Rogers, 1983). Με άλλα λόγια, το μαθησιακό περιβάλλον έχει την ευθύνη και τη δραστηριότητα του μαθητή ως κεντρικό του σημείο, σε αντίθεση με την έμφαση στον έλεγχο του εκπαιδευτικού και την κάλυψη ακαδημαϊκού περιεχομένου που βρίσκεται σε μεγάλο βαθμό στη συμβατική, διδακτική διδασκαλία (Cannon, 2000). Επιπλέον, οι μαθητές βρίσκουν τη διαδικασία μάθησης πιο ουσιαστική όταν τα θέματα είναι σχετικά με τη ζωή τους, τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους, και όταν συμμετέχουν ενεργά στη δημιουργία, την κατανόηση και τη σύνδεση με τη γνώση (McCombs & Whistler, 1997).

Η πρότασή μας βρίσκεται σε μετάβαση από μια απλή πρακτική τάξης σε μια πλήρη αλλαγή παραδείγματος στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία. Θα παρέχουμε μια Εργαλειοθήκη για τους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν PBL που μπορεί να παρουσιαστεί σε κανονικές τάξεις, χωρίς να αλλάξουν προγράμματα ή στόχους. Ξεκινώντας ως μια νέα δυναμική για τις τάξεις, θα βοηθήσουμε τους εκπαιδευτικούς να εισαγάγουν μια προσαρμοσμένη έκδοση των κύριων τεχνικών PBL, αυτό που ονομάζουμε μίνι-PBL, η οποία αποφεύγει να δημιουργήσει τη συνήθη αντίσταση σε οποιεσδήποτε καινοτομίες στην εκπαίδευση.

Βασικές έννοιες για το μίνι-PBL

Αν σκεφτούμε το μοντέλο PBL από το Πανεπιστήμιο Maastricht ή το Πανεπιστήμιο Aalborg, με σχεδίαση διάρκειας ενός εξαμήνου, υποθέτουμε ότι πρέπει να είναι μια υψηλού επιπέδου και εκλεπτυσμένη πρόταση, που περιλαμβάνει πολλά περιεχόμενα (μαθήματα από προηγούμενα και τρέχοντα εξάμηνα), εργαλεία και προσπάθειά να αναπτύξει πολλές ικανότητες και δεξιότητες στους μαθητές.

Η προσέγγισή μας και η πρότασή μας θα είναι πιο ταπεινή, αλλά ταυτόχρονα φιλόδοξη ως προς την επίδραση στην κανονική τάξη, ως κινητήριος δύναμη καινοτομίας στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία.

Αυτά είναι τα Βασικά Γεγονότα για το μοντέλο μίνι-PBL μας:

- Θα μπορεί να πραγματοποιηθεί πλήρως σε 4-6 συνεδρίες τάξης, συμπεριλαμβανομένων πάντα κάποιων αυτόνομων δραστηριοτήτων (προετοιμασία και καταγραφή της τελικής παρουσίασης, κάποιες εργασίες μεταξύ των συνεδριών τάξης, κλπ).
- Θα βασίζεται σε 2-3 μονάδες περιεχομένου, ως ελάχιστο.
- Θα προωθήσει τις στρατηγικές του σπειροειδούς προγράμματος σπουδών, δηλαδή, πάντα να προσπαθούμε να θυμηθούμε προηγούμενα περιεχόμενα που εργαστήκαμε, για να τα χρησιμοποιήσουμε ταυτόχρονα με τα νέα. Έτσι, η πρόταση

μίνι-PBL του τελικού εξαμήνου θα μπορούσε να έχει ασκήσεις και ερωτήσεις που καλύπτουν όλα τα περιεχόμενα του προγράμματος του μαθήματος, και ακόμη και από άλλα μαθήματα.

- Θα προωθήσει τη χρήση μαθηματικών δυναμικών εργαλείων (κινητό, CAS, κλπ), δημοσιεύοντας ερωτήσεις και ασκήσεις που απαιτούν δεξιότητες υψηλού επιπέδου υπολογισμού (γραφήματα, μαζικές αξιολογήσεις, επίλυση μη βασικών εξισώσεων και συστημάτων, σύνθετους υπολογισμούς λογισμού, κλπ).
- Σύμφωνα με τον πυρήνα αυτού του έργου Erasmus+, το θέμα του μίνι-PBL θα σχετίζεται με προβλήματα πραγματικής ζωής που αφορούν τους ΣΤΑ.

Πριν παρουσιάσουμε το μοντέλο μας, θυμόμαστε ότι ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων γύρω από τους ΣΤΑ είναι ο πυρήνας της Εργαλειοθήκης 1, τα μαθηματικά δυναμικά εργαλεία είναι το κύριο περιεχόμενο της Εργαλειοθήκης 2. Για αυτή την Εργαλειοθήκη 3, εμβαθύνουμε τη νέα έννοια που θεωρούμε σχετική στην προσέγγισή μας: το σπειροειδές πρόγραμμα σπουδών.

Το Σπειροειδές Πρόγραμμα Σπουδών

Το Σπειροειδές Πρόγραμμα Σπουδών ορίζεται ως ένα πρόγραμμα σπουδών που επιστρέφει στα ίδια θέματα με την πάροδο του χρόνου. Αντιπαραβάλλεται με μεθόδους που περιλαμβάνουν τη μάθηση κάτι και στη συνέχεια τη μετάβαση σε κάτι άλλο, ίσως ποτέ να μην ασχοληθούν ξανά με αυτό.

Η διδακτική στρατηγική του σπειροειδούς προγράμματος σπουδών αναπτύχθηκε από τον γνωστικό θεωρητικό Jerome Bruner το 1960. Ο Bruner ανέφερε ότι πολλοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν σιωπηρά αυτή τη μέθοδο. Ωστόσο, ο Bruner τεκμηρίωσε την προσέγγιση και τη μεγάλη της αξία για τους σχεδιαστές προγραμμάτων σπουδών και, τελικά, για τη μάθηση των μαθητών.

Η σπειροειδής προσέγγιση στο πρόγραμμα σπουδών έχει τρεις βασικές αρχές που συνοψίζουν όμορφα την προσέγγιση. Οι τρεις αρχές είναι:

1. Κυκλική: Οι μαθητές θα πρέπει να επιστρέφουν στο ίδιο θέμα πολλές φορές κατά τη διάρκεια της σχολικής τους καριέρας.
2. Αύξηση του Βάθους: Κάθε φορά που ένας μαθητής επιστρέφει στο θέμα, θα πρέπει να το μαθαίνει σε ένα βαθύτερο επίπεδο και να εξερευνά περισσότερη πολυπλοκότητα.
3. Προηγούμενη Γνώση: Η προηγούμενη γνώση ενός μαθητή θα πρέπει να χρησιμοποιείται όταν επιστρέφει σε ένα θέμα, έτσι ώστε να χτίζει από τα θεμέλιά του αντί να ξεκινάει από το μηδέν.

Η προσέγγισή μας δίνει έμφαση στα ακόλουθα χαρακτηριστικά ενός σπειροειδούς προγράμματος σπουδών:

(1) Τα θέματα επαναλαμβάνονται: Οι μαθητές επιστρέφουν σε θέματα, θέματα ή αντικείμενα πολλές φορές κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος. Μπορεί να επιστρέψουν σε γενικεύσιμες και μεταφερόμενες δεξιότητες όπως η διαχείριση ή η επικοινωνία.

(2) Υπάρχουν αυξανόμενα επίπεδα δυσκολίας: Τα θέματα που επισκέπτονται αντιμετωπίζονται σε διαδοχικά επίπεδα δυσκολίας. Κάθε επιστροφή έχει προσθέσει στόχους και παρουσιάζει νέες ευκαιρίες μάθησης που οδηγούν στους τελικούς συνολικούς στόχους. Κάθε επίσκεψη μπορεί να φέρει:

- νέες γνώσεις ή δεξιότητες που σχετίζονται με το θέμα ή το αντικείμενο.
- πιο προηγμένες εφαρμογές περιοχών που καλύφθηκαν προηγουμένως.
- αυξημένη επάρκεια ή εμπειρία μέσω περαιτέρω πρακτικής εμπειρίας.

(3) Η νέα μάθηση σχετίζεται με την προηγούμενη μάθηση: Οι νέες πληροφορίες ή δεξιότητες που εισάγονται σχετίζονται και συνδέονται άμεσα με τη μάθηση σε προηγούμενες φάσεις της σπείρας. Η προηγούμενη μάθηση είναι προαπαιτούμενο για τη μεταγενέστερη μάθηση.

(4) Η επάρκεια των μαθητών αυξάνεται: Η επάρκεια του μαθητή αυξάνεται με κάθε επίσκεψη, μέχρι να επιτευχθούν οι τελικοί συνολικοί στόχοι. Αυτή η προοδευτική αύξηση της επάρκειας μπορεί να ελεγχθεί μέσω των διαδικασιών αξιολόγησης.



Σχήμα 1: Το σπειροειδές διάγραμμα που αντιπροσωπεύει τις ιδέες του Brunner

Παιδαγωγικό Πλαίσιο

Η πρότασή μας για το Παιδαγωγικό Πλαίσιο βασίζεται στο έργο High Quality Project Based Learning (συντομογραφία HQPBL[2]), το οποίο περιγράφει έξι κριτήρια, καθένα από τα οποία πρέπει να είναι τουλάχιστον ελάχιστα παρόν σε ένα έργο για να κριθεί "υψηλής ποιότητας". Δεδομένου ότι το μοντέλο PBL μας μειώνει το μέγεθος και τον αριθμό των δραστηριοτήτων, για να οδηγήσει ένα μείγμα δραστηριότητας τάξης με αυτόνομη εργασία των μαθητών, επιλέγουμε τέσσερα από αυτά τα έξι κριτήρια σε κάθε HQPBL έτσι ώστε όλα να είναι τουλάχιστον ελάχιστα παρόντα σε ένα έργο για να κριθεί ως μίνι-PBL Πυθαγόρα.



INTELLECTUAL CHALLENGE AND ACCOMPLISHMENT

Οι μαθητές μαθαίνουν βαθιά, σκέφτονται κριτικά και προσπαθούν για αριστεία.

Τα έργα δεν πρέπει να είναι απλώς "διασκεδαστικές δραστηριότητες" ή "πρακτικές εμπειρίες" που απαιτούν ελάχιστη πνευματική προσπάθεια. Ένα έργο υψηλής ποιότητας απαιτεί από τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά για ένα σύνθετο πρόβλημα, ερώτηση ή ζήτημα με πολλαπλές απαντήσεις και στη συνέχεια να εργάζονται σε αυτό το έργο κατά τη διάρκεια ημερών, εβδομάδων και ακόμη και μηνών. Για να ολοκληρώσουν ένα έργο με επιτυχία, οι μαθητές πρέπει να μάθουν σημαντικό ακαδημαϊκό περιεχόμενο, έννοιες και δεξιότητες. Θα πρέπει επίσης να προκληθούν να παράγουν την υψηλότερης ποιότητας εργασία και να καθοδηγηθούν και να υποστηριχθούν καθώς προσπαθούν να το κάνουν.



AUTHENTICITY

Οι μαθητές εργάζονται σε έργα που είναι σημαντικά και σχετικά με τον πολιτισμό τους, τη ζωή τους και το μέλλον τους.

Για να κινητοποιήσουν τους μαθητές και να τους δείξουν τη σχετικότητα αυτών που μαθαίνουν στο σχολείο, τα έργα πρέπει να γίνονται αντιληπτά ως "πραγματικά". Ένα έργο υψηλής ποιότητας αντικατοπτρίζει αυτό που συμβαίνει στον κόσμο έξω από το σχολείο. Χρησιμοποιεί τα εργαλεία, τις τεχνικές και την τεχνολογία που βρίσκονται εκεί. Μπορεί να έχει αντίκτυπο σε άλλους ανθρώπους και κοινότητες και μπορεί να συνδέεται με τα ενδιαφέροντα και τις ανησυχίες των νέων. Οι φωνές των μαθητών πρέπει να ακούγονται σε ένα έργο και πρέπει να μπορούν να κάνουν επιλογές για την εργασία τους.

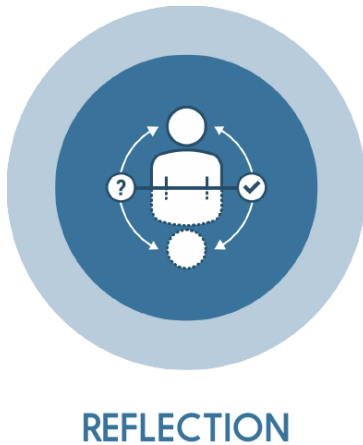


COLLABORATION

Οι μαθητές συνεργάζονται με άλλους μαθητές πρόσωπο με πρόσωπο ή διαδικτυακά και/ή λαμβάνουν καθοδήγηση από ενήλικες μέντορες και ειδικούς.

Τα έργα μπορεί να γίνουν ως ατομική δραστηριότητα, αλλά στον σημερινό κόσμο - και στον χώρο εργασίας - είναι σημαντικό να μάθουμε τη δεξιότητα της συνεργασίας. Στην υψηλής ποιότητας PBL, κάποια έργα θα πρέπει να γίνουν ως ομάδα. Αυτό δεν σημαίνει απλώς να χωρίσουμε τις εργασίες του έργου, να τις ολοκληρώσουμε ατομικά και στη συνέχεια να τα βάλουμε όλα μαζί στο τέλος χωρίς σύνθεση ή συζήτηση. Όταν οι μαθητές συνεργάζονται πραγματικά, συμβάλλουν με ατομικές φωνές, ταλέντα και δεξιότητες σε ένα κοινό κομμάτι εργασίας, ενώ

σέβονται τις συνεισφορές των άλλων. Σε ορισμένα έργα, οι μαθητές συνεργάζονται επίσης διαδικτυακά με μαθητές από άλλα σχολεία και εργάζονται με ενήλικες ειδικούς, μέλη της κοινότητας και οργανισμούς.



Οι μαθητές αντλούν από την εργασία τους και τη μάθησή τους καθ' όλη τη διάρκεια του έργου.

Η μάθηση ενισχύεται με την ανάκλαση σε αυτό που γνωρίζουμε και κάνουμε. Σε ένα έργο υψηλής ποιότητας, οι μαθητές μαθαίνουν να αξιολογούν την ποιότητα της εργασίας τους και να σκέφτονται πώς να την κάνουν καλύτερη. Κάνουν παύση τακτικά - όχι μόνο στο τέλος του έργου, αλλά καθ' όλη τη διαδικασία - για να σκεφτούν τι κάνουν και μαθαίνουν.

Αντλώντας από αυτά που έχουν καταφέρει, οι μαθητές διατηρούν το περιεχόμενο και τις δεξιότητες του έργου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αναπτύσσουν μια μεγαλύτερη αίσθηση ελέγχου πάνω στη δική τους εκπαίδευση και χτίζουν αυτοπεποίθηση στον εαυτό τους.

Το μοντέλο μίνι-PBL Πυθαγόρας

Σε αυτή την ενότητα θέλουμε να παρουσιάσουμε το βασικό σχήμα σχεδιασμού του μοντέλου μίνι-PBL μας, για να προχωρήσουμε αργότερα στην κατασκευή πολλών παραδειγμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα στην τάξη.

Αλλά πιο ενδιαφέρον για εμάς είναι να αναπτύξουμε μια ενεργή ανάκλαση στη νέα διδακτική-μαθησιακή διαδικασία όπου θα πρέπει να συνδυάσουμε μεθοδολογία (μίνι-PBL), θεματική (ΣΤΑ) και εργαλεία (δυναμικά μαθηματικά εργαλεία), τους τρεις πυλώνες της Εργαλειοθήκης μας.

Η μαθητοκεντρική τάξη περιλαμβάνει αλλαγές στους ρόλους και τις ευθύνες των μαθητών και των εκπαιδευτικών, στην παράδοση των διδακτικών στρατηγικών και στην ίδια τη μάθηση· όλα αυτά διαφέρουν από αυτά στην παραδοσιακή, δασκαλοκεντρική τάξη.

Ο ρόλος του καθηγητή

Αυτή η ενότητα είναι απλώς μια σύντομη επισκόπηση σε κάτι πολύ γνωστό για τον ρόλο του καθηγητή σε μια μαθητοκεντρική προσέγγιση. Ακολουθούν μερικές βασικές οδηγίες.

Οι μαθητοκεντρικοί καθηγητές πρέπει:

- Να ενεργούν ως Διευκολυντές και Οδηγοί
- Να παρέχουν Υποστήριξη Ανά Πάσα Στιγμή, Οπουδήποτε και Κατά Παράδοση
- Να Ενσαρκώνουν Βασικές Αξίες που Υποστηρίζουν Βαθύτερη Μάθηση
- Να Ενθαρρύνουν Πραγματικά τους Μαθητές να Οδηγήσουν τη Δική τους Μάθηση
- Να Δημιουργούν Εμπειρίες Μάθησης του Πραγματικού Κόσμου και Αυθεντικές
- Να Αξιοποιούν την Τεχνολογία για Εξατομικευμένη Μάθηση
- Να Δέχονται Επαγγελματική και Προσωπική Ανάπτυξη

Αν ενθαρρύνετε τους συναδέλφους σας να κάνουν όλα αυτά, θα κάνουν μια πολύ απλή ερώτηση: Πώς; Λοιπόν, το μίνι-PBL επιτρέπει στους μαθητές και τους καθηγητές να

εμπλέκονται πλήρως σε μια μαθητοκεντρική προσέγγιση, καθώς περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία για να παρέχει μια πλήρη εμπειρία σε αυτό.

Ωστόσο, μπορεί να διευκρινίσουμε ότι δεν σχεδιάζουμε δραστηριότητες με μια "πλήρη και ρητή έννοια" μιας μαθητοκεντρικής διαδικασίας. Στις μαθητοκεντρικές τάξεις, οι μαθητές εμπλέκονται άμεσα και επενδύουν στην ανακάλυψη της δικής τους γνώσης. Εδώ, ξεκινάμε γενικά με ένα υψηλό επίπεδο προηγούμενης γνώσης, αλλά αυτό που κερδίζουμε από τη μαθητοκεντρική προσέγγιση είναι η συνεργασία και η συνεργασία με άλλους και οι μαθητές εμπλέκονται σε μια βιωματική μάθηση που είναι αυθεντική, ολιστική και προκλητική.

Στην πράξη, διατηρήστε στο μυαλό σας τον ρόλο σας ως καθηγητή όπως καθοδηγούμε παραπάνω, μην ανησυχείτε τόσο στην αρχή για τον ρόλο των μαθητών. Οι πρακτικές θα σας παρέχουν σημάδια για να κινητοποιήσετε και να εμπλέξετε τους μαθητές με τρόπο που θα σας επιτρέψει να σχεδιάσετε νέα παραδείγματα μίνι-PBL όπου η γνώση πρέπει να κατασκευαστεί από τους ίδιους τους μαθητές (π.χ. να ανακαλύψουν πώς να λύνουν προβλήματα βελτιστοποίησης

Ο ρόλος των μαθητών

Στην μαθητοκεντρική τάξη, ο μαθητής βρίσκεται κυριολεκτικά στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας. Ο μαθητής είναι ενεργός συμμετέχοντας σχεδόν σε όλα όσα συμβαίνουν στην τάξη.

Σε αυτό το μοντέλο, η μάθηση είναι μια δομική διαδικασία που είναι σχετική και ουσιαστική για τον μαθητή και συνδέεται με τις προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες του. Το μαθησιακό περιβάλλον υποστηρίζει θετικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών και παρέχει ένα υποστηρικτικό χώρο όπου ο μαθητής αισθάνεται εκτιμώμενος, αναγνωρισμένος, σεβαστός και επικυρωμένος. Αντί να προσπαθεί να «διορθώσει» τον μαθητή, ο μαθητής έχει τη δύναμη να κυριαρχήσει στον κόσμο του μέσω της φυσικής διαδικασίας της μάθησης (McCombs & Whistler, 1997).

Στην μαθητοκεντρική τάξη, ο μαθητής χρειάζεται εξατομίκευση, αλληλεπίδραση και ολοκλήρωση. Η εξατομίκευση διασφαλίζει ότι οι μαθητές ενδυναμώνονται να δημιουργήσουν τις δικές τους δραστηριότητες και να επιλέξουν τα δικά τους αυθεντικά υλικά.

Οι μαθητές αλληλεπιδρούν μέσω της ομαδικής μάθησης και διδάσκοντας ο ένας τον άλλον. Κατά τη διαδικασία μάθησης, οι μαθητές ενσωματώνουν όσα έχουν μάθει με προηγούμενες γνώσεις και κατασκευάζουν νέα νοήματα (Moffett & Wagner, 1992).

Οι μαθητές πρέπει:

- Να είναι **ενεργοί συμμετέχοντες** στη δική τους μάθηση.
- Να λαμβάνουν **αποφάσεις** για το τι και πώς θα μάθουν.
- Να κατασκευάζουν **νέες γνώσεις και δεξιότητες** βασιζόμενοι σε τρέχουσες γνώσεις και δεξιότητες.
- Να κατανοούν τις **προσδοκίες** και να ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν μεθόδους αυτοαξιολόγησης.
- Να παρακολουθούν τη δική τους μάθηση για να αναπτύξουν **στρατηγικές μάθησης**.

- Να συνεργάζονται με **άλλους μαθητές**.
- Να παράγουν εργασίες που αποδεικνύουν **αυθεντική μάθηση**.

Το σχήμα του μίνι-PBL

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζουμε τη βασική δομή για την κατασκευή ενός μίνι-PBL. Αυτό θα γίνει μέσω ενός εργαζόμενου προτύπου.

Ωστόσο, μην αντιμετωπίζετε αυτό το μοντέλο ως μονόλιθο. Το προτεινόμενο περιεχόμενο είναι ενδεικτικό και μπορείτε πάντα να το τροποποιήσετε ανάλογα με τις ανάγκες σας, τους στόχους σας και το συγκεκριμένο πρόβλημα που θέλετε να αναλύσετε. Σας ενθαρρύνουμε να ανοίξετε μια διαδικασία ανάκλασης για τη βολικότερη μορφή για εσάς, αλλά κυρίως για τους μαθητές σας. Γενικά, τα μοντέλα θα βελτιωθούν όσο εσείς και οι μαθητές σας εξασκείστε.

Οι προσωπικές σας αναστοχασμοί και η ανατροφοδότηση των μαθητών θα είναι κρίσιμα για την προσαρμογή του μοντέλου στο μάθημά σας, την προσωπικότητά σας ως εκπαιδευτικού, τη συμπεριφορά των μαθητών σας και όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία. Στο τέλος, το πρότυπο μίνι-PBL θα αντικατοπτρίζει την κατανόησή σας για τη μάθηση και θα γίνει ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές θα πετύχουν τους στόχους του μαθήματος.

Ακολουθεί το βασικό μας πρότυπο:

[illegible]

Συνεδρίες 	Το έργο μπορεί να καλύψει τουλάχιστον 2 ή 3 θεματικές ενότητες. Καθώς το μάθημα προχωρά, μπορούν να ληφθούν υπόψη περισσότερες ενότητες, αλλά πρέπει να προσέχουμε να μην σχεδιάσουμε μια πολύ μεγάλη δραστηριότητα. Η βασική έννοια που πρέπει να καλυφθεί είναι η στρατηγική του σπειροειδούς αναλυτικού προγράμματος, εστιάζοντας στις διαδικασίες επανάληψης για την ανάκτηση μαθητών που κινδυνεύουν με αποτυχία και την ανάδειξη της σύνδεσης μεταξύ των θεματικών ενοτήτων του μαθήματος.
Ώρες αυτόνομης εργασίας 	Εδώ προκαθορίζουμε τον αριθμό των διδακτικών ωρών στην τάξη που αφιερώνουμε στην εργασία αυτού του έργου. Ωστόσο, οι φοιτητές μπορούν να γνωρίζουν εκ των προτέρων ότι, γενικά, όλα τα έργα θα απαιτήσουν αυτόνομη εργασία, σύμφωνα με το μετρικό σύστημα ECTS.
Ικανότητες που θα αναπτυχθούν 	Εδώ μπορούμε να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή και να φροντίσουμε να μην δημιουργήσουμε ένα υπερφορτωμένο έργο. Αυτό είναι σημαντικό, διότι αν δεν μετρήσετε αυτό το αυτόνομο μέρος, η στάση και η απόδοση των μαθητών θα επηρεαστούν σοβαρά. Η υπερβολική εργασία εκτός της τάξης επηρεάζει άλλα μαθήματα, έχει αρνητικό αντίκτυπο στο επόμενο μίνι-PBL που προτείνεται και, το πιο αποθαρρυντικό για εμάς, οι στόχοι του μίνι-PBL θα παραμεριστούν από τις επείγουσες ανάγκες και τη βιασύνη (βαθιές σκέψεις, προσεκτική συγγραφή, επαλήθευση αποτελεσμάτων με διαφορετικούς τρόπους, συζήτηση με τους συναδέλφους κ.λπ.). Η χειρότερη συνέπεια μιας υπερφορτωμένης πρότασης είναι η αντιγραφή μεταξύ των μαθητών. Μπορείτε να εισαγάγετε τρόπους για να αποφύγετε ή να μειώσετε αυτές τις κακές πρακτικές, αλλά η τακτική διδασκαλία δημιουργεί μια ροή εργασίας υψηλού στρες για μαθητές και καθηγητές, αν πρέπει να διαχειριστείτε έναν επιπλέον έλεγχο της ηθικής απόδοσης των μαθητών.
Βασικές ικανότητες για την αειφορία 	Η διδασκαλία σας έχει μια λίστα ικανοτήτων που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές σας. Εδώ είναι το σημείο όπου πρέπει να καταχωριστούν αυτές που σχετίζονται με αυτό το έργο. Να θυμάστε πάντα την έννοια των ικανοτήτων, μην τις συγχέετε με το περιεχόμενο που πρέπει να εξηγηθεί. Αυτοί οι τύποι δραστηριοτήτων είναι από τους πιο ευνοϊκούς για την ανάπτυξη ικανοτήτων, καθώς ο συνδυασμός εργασιών και προβλημάτων προάγει περισσότερο το "πώς να κάνω" παρά το "πώς να γνωρίζω μέσω επανάληψης". Ακολουθεί μια λίστα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα[1].

	Η πρώτη ομάδα ικανοτήτων σχετίζεται με την ικανότητα να θέτει και να απαντά ερωτήματα στα και με τα μαθηματικά: • Μαθηματική σκέψη (κυριαρχία τρόπων μαθηματικής σκέψης) ○ όπως το να διατυπώνει ερωτήματα χαρακτηριστικά των μαθηματικών και να γνωρίζει τους τύπους απαντήσεων (όχι απαραίτητα τις ίδιες τις απαντήσεις ή πώς να τις αποκτήσει) που μπορούν να προσφέρουν τα μαθηματικά· ○ να κατανοεί και να χειρίζεται το εύρος και τους περιορισμούς μιας δεδομένης έννοιας. ○ να επεκτείνει το εύρος μιας έννοιας αφαιρώντας ορισμένες από τις ιδιότητές της· να γενικεύει αποτελέσματα σε μεγαλύτερες κατηγορίες αντικειμένων· ○ να διακρίνει μεταξύ διαφορετικών τύπων μαθηματικών δηλώσεων (συμπεριλαμβανομένων των δεσμευτικών ισχυρισμών ('αν-τότε'), δηλώσεων με ποσοδείκτες, υποθέσεων, ορισμών, θεωρημάτων, εικασιών, περιπτώσεων): • Διατύπωση και επίλυση μαθηματικών προβλημάτων ○ όπως το να αναγνωρίζει, να διατυπώνει και να προσδιορίζει διαφορετικούς τύπους μαθηματικών προβλημάτων – καθαρών ή εφαρμοσμένων· ανοικτών ή κλειστών· ○ να επιλύει διαφορετικούς τύπους μαθηματικών προβλημάτων (καθαρών ή εφαρμοσμένων, ανοικτών ή κλειστών), είτε προτείνονται από άλλους είτε από τον ίδιο και, εάν είναι κατάλληλο, με διαφορετικούς τρόπους. • Μαθηματική μοντελοποίηση (δηλαδή, ανάλυση και κατασκευή μοντέλων) ○ όπως το να αναλύει τις βάσεις και τις ιδιότητες των υπάρχοντων μοντέλων, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης του εύρους και της εγκυρότητάς τους ○ να αποκωδικοποιεί υπάρχοντα μοντέλα, δηλαδή να μεταφράζει και να ερμηνεύει στοιχεία του μοντέλου όσον αφορά την 'πραγματικότητα' που μοντελοποιείται ○ να πραγματοποιεί ενεργή μοντελοποίηση σε ένα δεδομένο πλαίσιο ▪ να δομεί το πεδίο ▪ να μαθηματικοποιεί ▪ να εργάζεται με (εντός) το μοντέλο, συμπεριλαμβανομένης της επίλυσης των προβλημάτων που ανακύπτουν ▪ να επικυρώνει το μοντέλο, εσωτερικά και εξωτερικά ▪ να αναλύει και να κριτικάρει το μοντέλο, αυτό καθαυτό και σε σχέση με πιθανές εναλλακτικές λύσεις ▪ να επικοινωνεί σχετικά με το μοντέλο και τα αποτελέσματά του ▪ να παρακολουθεί και να ελέγχει ολόκληρη τη διαδικασία μοντελοποίησης. • Μαθηματική συλλογιστική ○ όπως το να παρακολουθεί και να αξιολογεί αλυσίδες
--	--

	επιχειρημάτων, που παρουσιάζονται από άλλους - ο να γνωρίζει τι είναι (δεν είναι) μια μαθηματική απόδειξη και πώς διαφέρει από άλλους τύπους μαθηματικής συλλογιστικής, για παράδειγμα, ευρετικές - ο να ανακαλύπτει τις βασικές ιδέες σε μια δεδομένη σειρά επιχειρημάτων (ειδικά μια απόδειξη), συμπεριλαμβανομένης της διάκρισης των κύριων γραμμών από τις λεπτομέρειες, των ιδεών από τις τεχνικότητες· - ο να επεξεργάζεται τυπικά και άτυπα μαθηματικά επιχειρήματα και να μετατρέπει ευρετικά επιχειρήματα σε έγκυρες αποδείξεις, δηλαδή να αποδεικνύει ισχυρισμούς. Η άλλη ομάδα ικανοτήτων σχετίζεται με την ικανότητα χειρισμού και διαχείρισης της μαθηματικής γλώσσας και των εργαλείων: • Αναπαράσταση μαθηματικών οντοτήτων (αντικειμένων και καταστάσεων) - ο όπως το να κατανοεί και να χρησιμοποιεί (να αποκωδικοποιεί, να ερμηνεύει, να διακρίνει μεταξύ) διαφορετικούς τύπους αναπαραστάσεων μαθηματικών αντικειμένων, φαινομένων και καταστάσεων· - ο να κατανοεί και να χρησιμοποιεί τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών αναπαραστάσεων της ίδιας οντότητας, συμπεριλαμβανομένης της γνώσης των σχετικών πλεονεκτημάτων και περιορισμών τους· - ο να επιλέγει και να εναλλάσσει μεταξύ αναπαραστάσεων. • Χειρισμός μαθηματικών συμβόλων και φορμαλισμών - ο όπως το να αποκωδικοποιεί και να ερμηνεύει τη συμβολική και τυπική μαθηματική γλώσσα και να κατανοεί τις σχέσεις της με τη φυσική γλώσσα· - ο να κατανοεί τη φύση και τους κανόνες των τυπικών μαθηματικών συστημάτων (σύνταξη και σημασιολογία)· - ο να μεταφράζει από τη φυσική γλώσσα στην τυπική/συμβολική γλώσσα - ο να χειρίζεται και να επεξεργάζεται δηλώσεις και εκφράσεις που περιέχουν σύμβολα και τύπους. • Επικοινωνία στα, με και για τα μαθηματικά - ο όπως το να κατανοεί γραπτά, οπτικά ή προφορικά 'κείμενα' άλλων, σε μια ποικιλία γλωσσικών μητρώων, σχετικά με θέματα με μαθηματικό περιεχόμενο· - ο να εκφράζεται, σε διαφορετικά επίπεδα θεωρητικής και τεχνικής ακρίβειας, προφορικά, οπτικά ή γραπτά, σχετικά με τέτοια θέματα. • Χρήση βοηθημάτων και εργαλείων (συμπεριλαμβανομένης της ΤΠΕ) - ο όπως το να γνωρίζει την ύπαρξη και τις ιδιότητες διαφόρων εργαλείων και βοηθημάτων για τη μαθηματική δραστηριότητα, καθώς και το εύρος και τους περιορισμούς τους· - ο να είναι σε θέση να χρησιμοποιεί αναστοχαστικά τέτοια βοηθήματα και εργαλεία. [1] Προσαρμοσμένο από Niss, M. (2003). <i>Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project</i>. Roskilde: Roskilde University.¹
--	---

Εργαλεία ΤΠΕ 	□ Ικανότητα συστημικής σκέψης: Οι δεξιότητες αναγνώρισης και κατανόησης σχέσεων· ανάλυσης σύνθετων συστημάτων· σκέψης για το πώς τα συστήματα εντάσσονται σε διαφορετικούς τομείς και διαφορετικές κλίμακες· και αντιμετώπισης της αβεβαιότητας. □ Προνοητική ικανότητα: Οι δεξιότητες κατανόησης και αξιολόγησης πολλαπλών μελλοντικών – πιθανών, πιθανότερων και επιθυμητών· δημιουργίας των δικών τους οραμάτων για το μέλλον· εφαρμογής της αρχής της προφύλαξης· αξιολόγησης των συνεπειών των ενεργειών· και αντιμετώπισης κινδύνων και αλλαγών. □ Κανονιστική ικανότητα: Οι δεξιότητες κατανόησης και αναστοχασμού των κανόνων και των αξιών που στηρίζουν τις δικές τους ενέργειες· και για διαπραγμάτευση αξιών, αρχών, στόχων και αντικειμενικών σκοπών βιωσιμότητας, σε ένα πλαίσιο συγκρούσεων συμφερόντων και συμβιβασμών, αβέβαιης γνώσης και αντιφάσεων. □ Στρατηγική ικανότητα: Οι δεξιότητες για συλλογική ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων δράσεων που προάγουν τη βιωσιμότητα σε τοπικό επίπεδο και σε άλλους τομείς. □ Ικανότητα συνεργασίας: Οι δεξιότητες για μάθηση από τους άλλους· κατανόηση και σεβασμός των αναγκών, των προοπτικών και των ενεργειών των άλλων (ενσυναίσθηση)· κατανόηση, σύνδεση και ευαισθητοποίηση προς τους άλλους (ενσυναίσθητική ηγεσία)· διαχείριση συγκρούσεων σε μια ομάδα· και διευκόλυνση της συνεργατικής και συμμετοχικής επίλυσης προβλημάτων. □ Ικανότητα κριτικής σκέψης: Η ικανότητα αμφισβήτησης κανόνων, πρακτικών και απόψεων· αναστοχασμού των δικών τους αξιών, αντιλήψεων και ενεργειών· και λήψης θέσης στον διάλογο για τη βιωσιμότητα. □ Ικανότητα αυτογνωσίας: Η ικανότητα αναστοχασμού του δικού τους ρόλου στην τοπική κοινότητα και στην (παγκόσμια) κοινωνία· συνεχούς αξιολόγησης και περαιτέρω κινητοποίησης των δικών τους ενεργειών· και διαχείρισης των δικών τους συναισθημάτων και επιθυμιών. □ Ολοκληρωμένη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων: Η συνολική ικανότητα εφαρμογής διαφορετικών πλαισίων επίλυσης προβλημάτων σε σύνθετα προβλήματα βιωσιμότητας και ανάπτυξης βιώσιμων, χωρίς αποκλεισμούς και δίκαιων επιλογών λύσεων που προάγουν τη βιώσιμη ανάπτυξη, ενσωματώνοντας τις προαναφερθείσες ικανότητες.
Πλαίσιο: δήλωση του έργου 	Εδώ είναι πιθανώς ένα από τα στοιχεία όπου δείχνετε στους μαθητές πώς θα είναι η υποστήριξή σας. Σε αυτή την ενότητα, συνιστούμε να καταγράψετε τους πόρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση του PBL. Δεν καταγράφουμε λογισμικό· αυτή η αναζήτηση από τους μαθητές πρέπει να αποτελεί μέρος του έργου.

	Ως παράδειγμα, θα πρέπει να παρέχουμε μια λίστα όπως αυτή: • Γραφικές παραστάσεις: ρητές, άρρητες, 2D, 3D,... • Επίλυση εξισώσεων και/ή συστημάτων: γραφική, αριθμητική, αλγεβρική,... • Αριθμομηχανή λογισμού: παραγώγοι, ολοκληρώματα,... • Αριθμομηχανή διανυσμάτων και πινάκων: γραφική, αριθμητική,...
Εργασίες και προβλήματα	Αυτή η ενότητα είναι όπου παρουσιάζεται το έργο στον μαθητή. Η εισαγωγή, το κεντρικό θέμα και όλες οι πληροφορίες θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανείμουν τις εργασίες και τα προβλήματα που παρουσιάζονται αργότερα. Εδώ μπορείτε να συμπεριλάβετε τις αναφορές, γραφικές παραστάσεις, ειδήσεις από τα μέσα ενημέρωσης, επίσημες εκθέσεις (ΟΗΕ, ΕΕ, ΟΟΣΑ, UNICEF,...), και οποιαδήποτε πηγή βοηθά στην απόκτηση μιας ευρύτερης ιδέας για το πρόβλημα του ΣΒΑ που πραγματευόμαστε. Αυτή η προσπάθεια «πλαισίωσης» του προβλήματος θα συνδέσει τα μαθηματικά με την πραγματική ζωή, με τις προκλήσεις της Γης και τις ανάγκες της Ανθρωπότητας. Μην υποβαθμίζετε πολύ αυτό το μέρος νομίζοντας ότι οι μαθητές δεν θα δώσουν προσοχή. Όταν διδάσκουμε μαθηματικά χρησιμοποιώντας τους ΣΒΑ, προωθούμε τον προβληματισμό των μαθητών μας, των μελλοντικών επαγγελματιών, σχετικά με τις μεγαλύτερες προκλήσεις της Ανθρωπότητας και της Γης. Οικοδομούμε Παγκόσμιους Πολίτες.
Αναμενόμενα αποτελέσματα	Προφανώς, αυτή είναι η ενότητα για τη συλλογή όλων των στόχων του έργου, μέσω των δραστηριοτήτων και των εργασιών που πρέπει να εκτελεστούν. Στη μορφή που προτιμάτε: κλασικά προβλήματα, έρευνες, μοντελοποίηση, γενίκευση, κ.λπ. Εδώ πρέπει να είστε δημιουργικοί, ποικίλοι και διεγερτικοί, εστιάζοντας περισσότερο στις ικανότητες που θα αναπτυχθούν παρά στη δυσκολία ή το εύρος του περιεχομένου που θα καλυφθεί. Καταγράψτε τα προβλήματα/εργασίες σε αύξουσα σειρά, προσπαθήστε να χρησιμοποιήσετε προηγούμενα αποτελέσματα στα επόμενα και προχωρήστε μέσω των επιλεγμένων θεματικών ενοτήτων (σπειροειδές αναλυτικό πρόγραμμα), υπενθυμίζοντας στους μαθητές τη σύνδεση μεταξύ αυτών των ενοτήτων.
Οδηγός για τη Μάθηση	Αυτή είναι μια κρίσιμη λίστα: ο μαθητής πρέπει να γνωρίζει άριστα τι περιμένετε από αυτόν. Το PBL δεν μπορεί να είναι ένα κρυφό παιχνίδι. Αυτή η εκπαίδευση θα είναι χρήσιμη στην επαγγελματική του ζωή: η βαθιά ανάλυση ενός προβλήματος, ο σχεδιασμός της λύσης και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων πρέπει να είναι μια καλά δομημένη διαδικασία, και το PBL βοηθάει.

	Ωστόσο, αυτή η λίστα δεν μπορεί να περιορίσει τη δημιουργικότητα του μαθητή· πρέπει να παρέχετε έναν οδηγό για την ελάχιστη αναμενόμενη παραγωγή: • Γραφικές παραστάσεις που ταιριάζουν στη λύση • Πίνακες δεδομένων που χρησιμοποιούνται/λαμβάνονται στις λύσεις • Αριθμητικά αποτελέσματα που εξηγούνται και πλαισιώνονται • Στιγμιότυπα λύσεων από εργαλεία ΤΠΕ που χρησιμοποιούνται • Ακολουθία των βημάτων που ακολουθήθηκαν • Παρατήρηση των υπολογισμών που έγιναν με το χέρι και αυτών που έγιναν με εργαλεία ΤΠΕ • Παροχή πλήρων απαντήσεων στις ερωτήσεις • Όλα τα αποτελέσματα πρέπει να παρουσιάζονται στο πλαίσιο του προβλήματος
Οδηγός για τη Διδασκαλία 	Αυτή η ενότητα θα εξελιχθεί καθώς εσείς και οι μαθητές σας θα αποκτάτε εμπειρία στην εργασία με μίνι-PBL έργα. Γενικά δεν παρέχουμε συμβουλές μάθησης με το πρόγραμμά μας: εδώ είναι ζωτικής σημασίας. Κυρίως στην αρχή του μαθήματος, οι μαθητές χρειάζονται οδηγούς για νέες δραστηριότητες και να αισθάνονται την υποστήριξή σας σε ένα καλά δομημένο πακέτο προτάσεων για το πώς να προσεγγίσουν τα προβλήματα που παρουσιάζονται. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα: • Διαβάστε προσεκτικά την εκφώνηση του προβλήματος και τις εργασίες που παρουσιάζονται. Να έχετε πάντα μια συνολική εικόνα όλων των έργων. • Προσδιορίστε, ή προσπαθήστε να κάνετε μια πρώτη αντιστοίχιση, τις θεματικές ενότητες από τις σημειώσεις των μαθημάτων σας που εμπλέκονται σε κάθε εργασία. • Κρατήστε ανοιχτές τις σημειώσεις των μαθημάτων σας και αναθεωρήστε τις πριν αρχίσετε να λύνετε τα προβλήματα. • Συσχετίστε το αναμενόμενο αποτέλεσμα με τις εργασίες που παρουσιάζονται, τουλάχιστον ως μια πρώτη προσέγγιση. Αυτό θα σας δώσει ιδέες για το ποια εργαλεία είναι απαραίτητα (εργαλεία ΤΠΕ, χειροκίνητοι υπολογισμοί, συλλογή δεδομένων, ...). • Ακολουθήστε τη σειρά των εργασιών, προσπαθήστε να αυξήσετε τη γνώση του προβλήματος καθώς λύνετε τις δραστηριότητες. • Να σκέφτεστε πάντα ότι ίσως υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι για να λύσετε ένα πρόβλημα. • Χρησιμοποιήστε εργαλεία ΤΠΕ για να αποφύγετε δύσκολους υπολογισμούς και ελέγξτε αν οι λύσεις σας είναι σωστές με διαφορετικούς τρόπους, αν είναι δυνατόν. • Οι λύσεις είναι πάντα μέρος ενός πλαισίου, εκφράζοντας αυτή την τελική λύση πλήρως ενσωματωμένη στο πρόβλημα που παρουσιάζεται. • Βεβαιωθείτε ότι απαντάτε πλήρως στις ερωτήσεις. Η μερική επίλυση μπορεί να δημιουργήσει ελλείπουσες πληροφορίες για

	τις επόμενες ερωτήσεις. • Προσπαθήστε πάντα να λύνετε τις ερωτήσεις μόνοι σας. • Εάν το έργο μπορεί να γίνει σε ομάδες, συζητήστε σε ομάδες για να επιβεβαιώσετε και να εντοπίσετε ελαττώματα ή αδυναμίες, αντιπαραβάλετε στρατηγικές, συζητήστε τη μορφή της παρουσίασης κ.λπ. Η εργασία σε ομάδες δεν σημαίνει λιγότερη δουλειά, αλλά καλύτερη δουλειά.
Αξιολόγηση 	Εδώ πρέπει να αναπτύξουμε όλα τα βασικά γεγονότα και τις διαδικασίες που θα καθοδηγήσουν τους καθηγητές στην παροχή των απαραίτητων συμβουλών, βοήθειας και υποδείξεων για την παρουσίαση και την έναρξη του μίνι-PBL στους μαθητές. Από την άποψή μας, αυτή η ενότητα θα μπορούσε επίσης να είναι το σημείο όπου παρουσιάζουμε το παρασκήνιο των αναμενόμενων αποτελεσμάτων και στόχων του έργου, τις επιθυμητές στρατηγικές που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές, τη λίστα των εργαλείων και τις φάσεις ανάπτυξης των εργασιών. Εδώ μπορούμε να παρέχουμε στους καθηγητές τις μαθηματικές ιδέες που επιθυμούμε να κατακτήσουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της κατασκευής και της επίλυσης του μίνι-PBL έργου.
Άλλα: Αναφορές	Ένα από τα κύρια στοιχεία, που συχνά ανησυχεί τους μαθητές και πάντα επηρεάζει την αντίληψή τους για τη δραστηριότητα. Συνιστούμε το ακόλουθο σχήμα: Εναλλακτική Αξιολόγηση Η αξιολόγηση για τη μάθηση ξεκινά με τα αποτελέσματα, συνεχίζει με έργα, προϊόντα και επιδόσεις που σχετίζονται με τα αποτελέσματα, και ολοκληρώνει τον κύκλο με αξιολόγηση και ανατροφοδότηση για τους μαθητές. Η εναλλακτική αξιολόγηση παρέχει τρόπους για την αποτελεσματική αξιολόγηση των έργων. Η εναλλακτική αξιολόγηση εκτιμά την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων με τρόπους διαφορετικούς από τις συμβατικές μεθόδους, όπως τα παραδοσιακά γραπτά τεστ. Ενεργοποιεί τους μαθητές σε μια διαδικασία που συνδυάζει τι διδάσκεται, πώς διδάσκεται και πώς αξιολογείται. Χαρακτηριστικά της εναλλακτικής αξιολόγησης • Αυθεντική, συχνά σε περιβάλλοντα της πραγματικής ζωής, με προκλήσεις του πραγματικού κόσμου. • Διεπιστημονική στη φύση της, δίνοντας έμφαση στις ειδικές γνώσεις καθώς και στις γενικές δεξιότητες, όπως η μεταφορά πληροφοριών μεταξύ πλαισίων. • Περιλαμβάνει διαπραγμάτευση και διαπροσωπικές δεξιότητες, καθώς και δεξιότητες λήψης αποφάσεων. • Περιλαμβάνει την κυριαρχία μιας εργασίας πριν από την πρόοδο στην επόμενη. • Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της κυριαρχίας της περιοδικής απόδοσης. • Αναθέτει ευθύνη στους μαθητές για την κατεύθυνση και τη διαχείριση της δικής τους μάθησης. Τύποι Αξιολόγησης • Αξιολόγηση Βασισμένη στην Απόδοση: αξιολογεί την εφαρμογή δεξιοτήτων και ικανοτήτων που έχουν κατακτηθεί

	κατά την ολοκλήρωση δραστηριοτήτων ή εργασιών μέσω παρατήρησης. • Αυθεντική Αξιολόγηση: αξιολογεί δεξιότητες "πραγματικής ζωής" και σχεδιασμού, δημιουργικότητας, ενσωμάτωσης γνώσεων και δεξιοτήτων συνεργασίας εκτός του σχολικού περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ένα προκαθορισμένο σύνολο κριτηρίων, για παράδειγμα, ρουμπρίκες, μια κλίμακα βαθμολόγησης που ενσωματώνει ένα σύνολο βασικών κριτηρίων για την εργασία και κατάλληλα επίπεδα απόδοσης για κάθε χρησιμοποιούμενο κριτήριο. • Αξιολόγηση μέσω Φακέλου Εργασιών (Portfolio): αξιολογεί τη συλλογή εργασιών και διαδικασιών που πιστοποιούνται στις προσπάθειες και την επιτυχία ενός συγκεκριμένου έργου ή τομέα. Οι εξεταζόμενοι πρέπει να αναθεωρήσουν και να επιλέξουν τα στοιχεία που αποδεικνύουν καλύτερα τη μάθησή τους. Παραδείγματα φακέλων εργασιών μπορεί να είναι έντυπα, ηλεκτρονικά ή ένας συνδυασμός των δύο. • Αξιολόγηση μέσω Ημερολογίου: αξιολογεί τη συνεχή καταγραφή των εκφράσεων, των συναισθημάτων και των εμπειριών του εξεταζόμενου μέσω λιστών ελέγχου και τήρησης αρχείων. Ρουμπρίκες Οι ρουμπρίκες είναι αυθεντικά εργαλεία αξιολόγησης που έχουν σχεδιαστεί για να προσομοιώνουν δραστηριότητες της πραγματικής ζωής όπου οι μαθητές εμπλέκονται στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στην αξιολόγηση σύνθετων και υποκειμενικών κριτηρίων. Η διαμορφωτική αξιολόγηση περιγράφει καλύτερα τις ρουμπρίκες και γίνεται ένα συνεχές μέρος ολόκληρης της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας. Τα εργαλεία αξιολόγησής της περιλαμβάνουν την κλίμακα βαθμολόγησης, ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης και περιγραφητές. Δείτε το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 για τη Ρουμπρίκα.
ΣΒΑ που καλύπτονται 	[1] Μαθηματικές ικανότητες και η εκμάθηση των μαθηματικών: Το δανέζικο πρόγραμμα KOM, M. Niss 3ο Μεσογειακό Συνέδριο για τη Μαθηματική Εκπαίδευση (2003), 115-124.

Learning Guide for Students

Μίνι-PBL Έργο	
Φύλλο δεδομένων καθηγητή: Οδηγός Διδασκαλίας	
ΣΒΑ που καλύπτονται 	Deve ser direto, claro, motivador e descritivo da questão da vida real que aborda.
Περιεχόμενο ενότητων 	Πρέπει να είναι άμεσος, σαφής, κινητοποιητικός και περιγραφικός του πραγματικού ζητήματος που πραγματεύεται. 
Συνεδρίες 	Το έργο μπορεί να καλύψει τουλάχιστον 2 ή 3 θεματικές ενότητες.
Ώρες αυτόνομης εργασίας 	Αριθμός διδακτικών ωρών στην τάξη που αφιερώνουμε στην εργασία αυτού του έργου.
Ικανότητες που θα αναπτυχθούν 	Οι μαθητές μπορούν να γνωρίζουν εκ των προτέρων ότι, γενικά, όλα τα έργα θα απαιτήσουν αυτόνομη εργασία, σύμφωνα με το μετρικό σύστημα ECTS.
Βασικές ικανότητες για την αειφορία 	Ως παράδειγμα, θα πρέπει να παρέχουμε μια λίστα όπως αυτή: • Γραφικές παραστάσεις: ρητές, άρρητες, 2D, 3D,... • Επίλυση εξισώσεων και/ή συστημάτων: γραφική, αριθμητική, αλγεβρική,... • Αριθμομηχανή λογισμού: παραγώγοι, ολοκληρώματα,... • Αριθμομηχανή διανυσμάτων και πινάκων: γραφική, αριθμητική,...
Εργαλεία ΤΠΕ 	Αυτή η ενότητα είναι όπου παρουσιάζεται το έργο στον μαθητή. Η εισαγωγή, το κεντρικό θέμα και όλες οι πληροφορίες θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανείμουν τις εργασίες και τα προβλήματα που παρουσιάζονται αργότερα.
Πλαίσιο: δήλωση του έργου 	Καταγράψτε τα προβλήματα/εργασίες σε αύξουσα σειρά δυσκολίας. Δραστηριότητα 1: • Πρόβλημα 1.1 • Πρόβλημα 1.2

	• ... Δραστηριότητα 2: Δραστηριότητα ν: • Πρόβλημα ν.1 • ...
Εργασίες και προβλήματα 	Οδηγός ελάχιστης αναμενόμενης παραγωγής: - Γραφικές παραστάσεις που ταιριάζουν στη λύση - Πίνακες δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν/ελήφθησαν στις λύσεις - Αριθμητικά αποτελέσματα που εξηγούνται και πλαισιώνονται - Στιγμιότυπα λύσεων από εργαλεία ΤΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν - Ακολουθία των βημάτων που ακολουθήθηκαν - Παρατήρηση των υπολογισμών που έγιναν με το χέρι και αυτών που έγιναν με εργαλεία ΤΠΕ - Παροχή πλήρων απαντήσεων στις ερωτήσεις - Όλα τα αποτελέσματα πρέπει να παρουσιάζονται στο πλαίσιο του προβλήματος -
Αναμενόμενα αποτελέσματα 	Ακολουθούν μερικά παραδείγματα: • Διαβάστε προσεκτικά την εκφώνηση του προβλήματος και τις εργασίες που παρουσιάζονται. Να έχετε πάντα μια συνολική εικόνα όλων των έργων. • Προσδιορίστε, ή προσπαθήστε να κάνετε μια πρώτη αντιστοίχιση, τις θεματικές ενότητες από τις σημειώσεις των μαθημάτων σας που εμπλέκονται σε κάθε εργασία. Κρατήστε ανοιχτές τις σημειώσεις των μαθημάτων σας και αναθεωρήστε τις πριν αρχίσετε να λύνετε τα προβλήματα. • Συσχετίστε το αναμενόμενο αποτέλεσμα με τις εργασίες που παρουσιάζονται, τουλάχιστον ως μια πρώτη προσέγγιση. Αυτό θα σας δώσει ιδέες για το ποια εργαλεία είναι απαραίτητα (εργαλεία ΤΠΕ, χειροκίνητοι υπολογισμοί, συλλογή δεδομένων, ...). • Ακολουθήστε τη σειρά των εργασιών, προσπαθήστε να αυξήσετε τη γνώση του προβλήματος καθώς λύνετε τις δραστηριότητες. • Να σκέφτεστε πάντα ότι ίσως υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι για να λύσετε ένα πρόβλημα. • Χρησιμοποιήστε εργαλεία ΤΠΕ για να αποφύγετε δύσκολους υπολογισμούς και ελέγξτε αν οι λύσεις σας είναι σωστές με διαφορετικούς τρόπους, αν είναι δυνατόν. • Οι λύσεις είναι πάντα μέρος ενός πλαισίου, εκφράζοντας αυτή την τελική λύση πλήρως ενσωματωμένη στο πρόβλημα που παρουσιάζεται. • Βεβαιωθείτε ότι απαντάτε πλήρως στις ερωτήσεις. Η μερική επίλυση μπορεί να δημιουργήσει ελλείπουσες πληροφορίες για τις επόμενες ερωτήσεις. • Προσπαθήστε πάντα να λύνετε τις ερωτήσεις μόνοι σας. • Εάν το έργο μπορεί να γίνει σε ομάδες, συζητήστε σε ομάδες για να επιβεβαιώσετε και να εντοπίσετε ελαττώματα ή

	αδυναμίες, αντιπαραβάλετε στρατηγικές, συζητήστε τη μορφή της παρουσίασης κ.λπ. Η εργασία σε ομάδες δεν σημαίνει λιγότερη δουλειά, αλλά καλύτερη δουλειά.
Οδηγός για τη Μάθηση 	Δείτε το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 για τη Ρουμπρίκα.
Οδηγός για τη Διδασκαλία 	

ANNEX 1: RUBRIC

Κατηγορία	4=Άριστα	3=Καλά	2=Χαμηλό	1=Ανεπαρκές
Μαθηματικές Έννοιες	Η εξήγηση δείχνει πλήρη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση του(ων) προβλήματος(ων).	Η εξήγηση δείχνει σημαντική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση του(ων) προβλήματος(ων).	Η εξήγηση δείχνει κάποια κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που απαιτούνται για την επίλυση του(ων) προβλήματος(ων).	Η εξήγηση δείχνει πολύ περιορισμένη κατανόηση των βασικών εννοιών που απαιτούνται για την επίλυση του(ων) προβλήματος(ων) Ή λείπει.
Μαθηματική Ορολογία και Σημειογραφία	Η σωστή ορολογία και σημειογραφία χρησιμοποιούνται πάντα, διευκολύνοντας την κατανόηση της εργασίας.	Η σωστή ορολογία και σημειογραφία χρησιμοποιούνται συνήθως, διευκολύνοντας σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση της εργασίας.	Χρησιμοποιείται σωστή ορολογία και σημειογραφία, αλλά μερικές φορές η κατανόηση είναι δύσκολη.	Υπάρχει ελάχιστη ή πολλή ακατάλληλη χρήση ορολογίας και σημειογραφίας.
Στρατηγική/Διαδικασία	Χρησιμοποιεί συνήθως μια αποδοτική και αποτελεσματική στρατηγική για την επίλυση του(ων) προβλήματος(ων).	Χρησιμοποιεί συνήθως μια αποτελεσματική στρατηγική για την επίλυση του(ων) προβλήματος(ων).	Μερικές φορές χρησιμοποιεί αποτελεσματική στρατηγική, αλλά όχι με συνέπεια.	Σπάνια χρησιμοποιεί αποτελεσματική στρατηγική για την επίλυση προβλημάτων.
Ολοκλήρωση	Όλα τα προβλήματα έχουν λυθεί.	Όλα τα προβλήματα έχουν λυθεί, εκτός από ένα.	Όλα τα προβλήματα έχουν λυθεί, εκτός από δύο.	Πολλά προβλήματα δεν έχουν λυθεί.
Μαθηματικά Λάθη	90-100% των βημάτων και των λύσεων δεν περιέχουν μαθηματικά λάθη.	Σχεδόν όλα (85-89%) των βημάτων και λύσεων δεν περιέχουν μαθηματικά λάθη.	Τα περισσότερα (75-84%) των βημάτων και λύσεων δεν περιέχουν	Περισσότερα από 75% των βημάτων και λύσεων περιέχουν μαθηματικά λάθη.

			μαθηματικά λάθη.	
Επαλήθευση Πηγών				
Ομαδική Εργασία	Ο μαθητής ήταν ενεργός συνεργάτης, άκουγε τις προτάσεις των άλλων και συνεργαζόταν καλά κατά τη διάρκεια του μαθήματος.	Ο μαθητής ήταν ενεργός συνεργάτης, αλλά είχε δυσκολία στο να ακούει τους άλλους ή/και στη συνεργασία.	Ο μαθητής συνεργάστηκε, αλλά χρειάστηκε υποστήριξη για να παραμείνει εστιασμένος.	Ο μαθητής δεν συνεργάστηκε αποτελεσματικά.
Οργάνωση και Σαφήνεια	Η εργασία παρουσιάζεται με οργανωμένο, σαφή και ευανάγνωστο τρόπο.	Η εργασία παρουσιάζεται με οργανωμένο και γενικά ευανάγνωστο τρόπο.	Η εργασία παρουσιάζεται με οργανωμένο τρόπο, αλλά μερικές φορές είναι δύσκολο να διαβαστεί.	Η εργασία φαίνεται ανοργάνωτη και μπερδεμένη. Είναι δύσκολο να κατανοηθεί η σύνδεση των πληροφοριών.
Διαγράμματα και Σκίτσα	Τα διαγράμματα ή/και σκίτσα είναι σαφή και ενισχύουν σημαντικά την κατανόηση της διαδικασίας.	Τα διαγράμματα ή/και σκίτσα είναι σαφή και εύκολα να κατανοηθούν.	Η εργασία παρουσιάζεται με οργανωμένο τρόπο, αλλά μερικές φορές είναι δύσκολο να διαβαστεί.	Τα διαγράμματα ή/και σκίτσα είναι δύσκολα να κατανοηθούν ή λείπουν.
Χρήση ΤΠΕ				

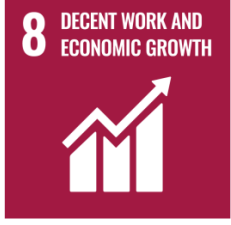
Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον για κάθε καθηγητή να έχει πρόσβαση σε μια μεγάλη ποικιλία πηγών παραδειγμάτων και προβλημάτων για να υποστηρίξει τα μίνι-έργα της Μάθησης Βασισμένης σε Προβλήματα (PBL). Στην πραγματικότητα, αρκεί να παρουσιαστεί ένα βασικό εφαρμοσμένο πρόβλημα για να δημιουργηθεί μια μεγαλύτερη σειρά δραστηριοτήτων από αυτό.

Σε όλα τα μαθήματα, σε πανεπιστήμια σε όλο τον κόσμο, μεταπτυχιακοί φοιτητές παρουσιάζουν χιλιάδες πτυχιακές, μεταπτυχιακές και διδακτορικές διατριβές όπου σίγουρα μπορούν να βρεθούν λίστες παραδειγμάτων/εφαρμογών στις οποίες ένα γράφημα ή ένα σύνολο δεδομένων μπορεί να χρησιμεύσει ως σημείο εκκίνησης για την κατασκευή ενός μίνι-PBL έργου.

Σας ενθαρρύνουμε να βρείτε τις δικές σας πηγές, συμβουλευόμενοι συναδέλφους από το πανεπιστήμιό σας σχετικά με ακριβείς χρήσεις των μαθηματικών σε οποιονδήποτε επιστημονικό τομέα. Στη συνέχεια, συνδέστε αυτές τις εφαρμογές με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) και κατασκευάστε το μίνι-PBL σας.

Για να βοηθήσει σε αυτή την αναζήτηση, ο ακόλουθος πίνακας ομαδοποιεί βασικούς επιστημονικούς τομείς με τους ΣΒΑ, παρέχοντας μια λίστα προτάσεων για την αναζήτηση μαθηματικών εφαρμογών με συνάφεια προς τους ΣΒΑ. Προφανώς, αυτή δεν είναι μια κλειστή λίστα - τα στοιχεία είναι εναλλάξιμα και οποιοσδήποτε μπορεί να βρει μια εφαρμογή ενδιαφέροντος στις χιλιάδες ερευνητικές εργασίες και εκθέσεις που δημοσιεύονται ετησίως σε όλο τον κόσμο.

 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	Επιστημονικοί τομείς ή σπουδές
	❖ Μελέτες και βάσεις δεδομένων πληθυσμού ❖ Μείωση εσόδων & κόστους ❖ ☐ Logistics & Μεταφορές ❖ ☐ Μελέτες ισότητας
	❖ ☐ Γεωργία ❖ ☐ Διατροφή ❖ ☐ Παράσιτα ❖ ☐ Ρύπανση

 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING	❖ ☐ Ιατρικές βάσεις δεδομένων ❖ ☐ Επιδημιολογία ❖ ☐ Φαρμακοκινητική ❖ ☐ Μικροβιολογία ❖ ☐ Γενετική ❖ ☐ Αθλητισμός ❖ ☐ Γήρανση
 4 QUALITY EDUCATION	❖ ☐ Εκπαιδευτικές βάσεις δεδομένων ❖ ☐ Ψυχολογία ❖ ☐ Νευροεπιστήμη ❖ ☐ Ανθρώπινη & παιδική συμπεριφορά ❖ ☐ Οικονομία της Εκπαίδευσης
 5 GENDER EQUALITY	❖ ☐ Ανισότητες εισοδημάτων ☐ Αναλογία πληθυσμού σε εργασιακούς τομείς
 6 CLEAN WATER AND SANITATION	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων υδροδότησης ❖ ☐ Ρύπανση ❖ ☐ Μικροβιολογία ❖ ☐ Μηχανική
 7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ❖ ☐ Μηχανική ❖ ☐ Κατανάλωση ❖ ☐ Βελτιστοποίηση πόρων ❖ ☐ Διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
 8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων εργασίας ❖ ☐ Κοινωνικές σπουδές ❖ ☐ Χρηματιστήριο ❖ ☐ Τραπεζικά προϊόντα ❖ ☐ Οικονομία και επιχειρήσεις ❖ ☐ Τουρισμός ❖ ☐ Ψηφιακές επιχειρήσεις

 9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων βιομηχανίας και παραγωγής ❖ ☐ Μηχανική ❖ ☐ Κινητικότητα ❖ ☐ Τεχνητή Νοημοσύνη ❖ ☐ Νέα Υλικά ❖ ☐ Νανοτεχνολογία ❖ ☐ Συνδεσιμότητα ❖ ☐ Logistics & Μεταφορές ❖ ☐ 4η Βιομηχανική Επανάσταση: Βιομηχανία 4.0
 10 REDUCED INEQUALITIES	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων κοινωνικών ελλείψεων και κενών ❖ ☐ Κοινωνικές σπουδές ❖ ☐ Μελέτες πληθυσμού ❖ ☐ Μείωση εισοδημάτων/κόστους ❖ ☐ Ψηφιακή πρόσβαση
 11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων ποιότητας ζωής ❖ ☐ Μελέτες πληθυσμού ❖ ☐ Βελτιστοποίηση ❖ ☐ Logistics & Μεταφορές ❖ ☐ Πολιτική Μηχανική ❖ ☐ Αρχιτεκτονική ❖ ☐ Διαχείριση αποσκευών ❖ ☐ Ενέργεια ❖ ☐ Νέα υλικά για αστικό εξοπλισμό: συντήρηση, καθαρισμός, πρόληψη ζημιών,... ❖ ☐ Ηλεκτρική και αυτόνομη κινητικότητα ❖ ☐ Ατμοσφαιρική ρύπανση ❖ ☐ Μείωση θορύβου ☐ Κινητικότητα
 12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων κατανάλωσης και ανθρώπινης συμπεριφοράς ❖ ☐ Μάρκετινγκ ❖ ☐ Κοινωνικά δίκτυα ❖ ☐ Πρώτες ύλες και νέα υλικά ❖ ☐ Ενέργεια ❖ ☐ Μηχανική
 13 CLIMATE ACTION	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων για την κλιματική αλλαγή ❖ ☐ Αποδάσωση ❖ ☐ Ερημοποίηση ❖ ☐ Ατμοσφαιρική φυσική ❖ ☐ Υπερθέρμανση ❖ ☐ Μείωση CO2 ❖ ☐ Αποτύπωμα άνθρακα

 14 LIFE BELOW WATER	❖ ☐ Κλιματική αλλαγή και ωκεανοί ❖ ☐ Οξίνιση των ωκεανών ❖ ☐ Βιώσιμη αλιεία ❖ ☐ Μικροβιολογία στους ωκεανούς ❖ ☐ Μικροπλαστικά και ωκεανοί ❖ ☐ Απόβλητα και βιοδιασπώμενα υλικά
 15 LIFE ON LAND	❖ ☐ Κλιματική αλλαγή και βιωσιμότητα της γης ❖ ☐ Βιώσιμη γεωργία ❖ ☐ Επεξεργασία υπολειμμάτων και αποβλήτων ❖ ☐ Απόβλητα και βιοδιασπώμενα υλικά
 16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS	❖ ☐ Βάσεις δεδομένων κοινωνικών σπουδών ❖ ☐ Οικονομία ☐ Συνεργασία για την ανάπτυξη
 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS	❖ ☐ Κοινωνικές σπουδές ❖ ☐ Κοινωνικά δίκτυα ☐ Κοινωνικά κινήματα

Αναφορές

Cannon, R. (2000). *Guide to support the implementation of the Learning and Teaching Plan Year 2000*. Australia: The University of Adelaide.

Rogers, C. (1983). As a teacher, can I be myself? *In Freedom to learn for the 80s*. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.

McCombs, B. & Whistler, J. (1997). *The learner-centered classroom and school: Strategies for increasing student motivation and achievement*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Moffett, J., & Wagner, B. J. (1992). *Student-centered language arts, K-12*. Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishers Heinemann.

M. Niss (2003). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project*, 3rd Mediterranean conference on mathematical education, 115-124.