

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΜΙΛΟΥ

ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΤΟΣ: 2023-24

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ	Σφήκας Ιωάννης του Δημητρίου
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΠΕ03 – Μαθηματικός ΠΕ81 – Πολιτικός Μηχανικός
ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΟΜΙΛΟΥ	Μοντελοποίηση σε κατασκευές πολιτικού μηχανικού
ΤΑΞΗ	Α' Γυμνασίου - Γ' Λυκείου
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	10
ΣΤΟΧΟΙ	<p>Σκοπός του ομίλου είναι η γνωριμία των μαθητών με συγκεκριμένα φυσικά φαινόμενα μέσω πειραματικών μεθόδων και η εν συνεχεία θεωρητική εφαρμογή τους. Στόχοι του ομίλου είναι οι μαθητές 1) να εξοικειωθούν με εργαστηριακές τεχνικές προχωρημένες σε σχέση με αυτές των υποχρεωτικών ασκήσεων, 2) να έρθουν σε πρώτη επαφή με φυσικά φαινόμενα μέσω πειραματικών μεθόδων και όχι μέσω θεωρίας, 3) να εφαρμόζουν θεωρητικά γνώσεις σε φαινόμενα τα οποία γνώρισαν πρώτα μέσω πειραματικών διαδικασιών, 4) να παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της πειραματικής και θεωρητικής εργασίας τους, 5) να εξασκηθούν σε μεθόδους επεξεργασίας δεδομένων πιο προχωρημένες σε σχέση με αυτές των υποχρεωτικών ασκήσεων. Παραδείγματα φυσικών φαινομένων που θα μελετηθούν είναι: Ισορροπία σημείου, Ισορροπία άκαμπτου σώματος, Κάμψη πλάκας, κ.λπ.</p> <p>Τα καλά σχεδιασμένα φυσικά μοντέλα μπορούν να βελτιώσουν ουσιαστικά τη βιωματική συνιστώσα της εκπαίδευσης μηχανικών. Σε μια εποχή που πολλά παιδιά παίζουν περισσότερο με υπολογιστή παρά με φυσικά αντικείμενα, υπάρχει ειδική ανάγκη των εκπαιδευτών μηχανικής να κάνουν μια «ενστικτώδη σωματώδη αίσθηση» σχετικά με τις μηχανικές δυνάμεις και τη ιδιότητα των δομικών στοιχείων. Πρέπει επίσης να ενσταλάξουν μια σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο, όπου οι συνέπειες είναι πραγματικές και συχνά μη αναστρέψιμες, σε αντίθεση με τους εικονικούς κόσμους των παιχνιδιών υπολογιστή.</p> <p>Τα μοντέλα, που παρουσιάζονται εδώ, επιτρέπουν στους μαθητές να αισθάνονται δυνάμεις και να αναπτύσσουν μια «αίσθηση» για τη μηχανική. Λειτουργούν επίσης ως ένα είδος «αναλογικού υπολογιστή», παρέχοντας στιγμιαία ανατροφοδότηση σχετικά με την καταλληλότητα και τη σταθερότητα των προτεινόμενων σχεδίων. Επιπλέον, παρέχουν ένα σκηνικό μέσα στο οποίο οι μαθητές μπορούν να παίξουν, να εξερευνήσουν γεωμετρικές και μηχανικές σχέσεις, να οραματιστούν και να δοκιμάσουν σχέδια της δικής τους κατασκευής και να διορθώσουν και να ενισχύσουν τη διάθεσή τους για τη μηχανική.</p> <p>Τα περισσότερα από τα μοντέλα έχουν σχεδιαστεί για να αμφισβητηθούν κοινές παρανοήσεις, όπως «ένα ημικύκλιο κάνει ένα καλό σχέδιο τόξου» ή «ένα τετράγωνο σχήμα κάνει ένα καλό σχέδιο οχετού ομβρίων υδάτων». Πολλοί εγείρουν έμμεσα ερωτήματα σχετικά με την κατασκευή, όπως, "Πώς χτίζετε μια μεγάλη γέφυρα όταν μπορεί να στηριχθεί μόνο στα άκρα της;" ή "Με ποια σειρά πρέπει να συναρμολογηθούν τα εξαρτήματα ενός γοτθικού καθεδρικού ναού;" Όταν οι μαθητές έχουν ερωτήσεις και αμφισβητείται η διαίσθησή τους, τείνουν να ενδιαφέρονται για τη θεωρία που χρειάζονται για να εξηγήσουν τα αινιγματικά πράγματα που έχουν παρατηρήσει.</p>

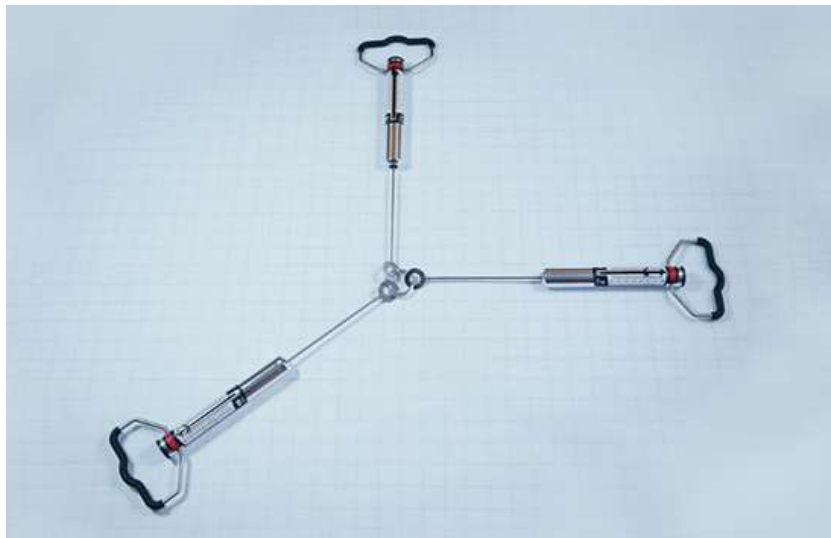
Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν ώστε οι μαθητές να τις απολαμβάνουν, και να είναι γενικά απλές, αλλά με περιστασιακές πνευματικές προκλήσεις για να διατηρηθεί το ενδιαφέρον των πιο προχωρημένων μαθητών. Σχεδιάστηκαν επίσης έχοντας κατά νου ότι, «Εάν οι μαθητές βρίζουν τον εξοπλισμό ή τις οδηγίες, δεν μαθαίνουν πλέον». Θέλουμε επίσης να εμπνεύσουμε τους μαθητές με κατασκευές από όμορφα υλικά. Οι αναπτυσσόμενες δράσεις προέρχονται από τον ιστότοπο:

<http://www.civil.uwaterloo.ca/brodland/>

ο οποίος δίνει πρόσβαση σε πόρους που ανέπτυξε η ομάδα του καθηγητή μηχανικής G. Wayne Brodland στο Πανεπιστήμιο του Waterloo. Αναπτύχθηκαν επίσης πόροι για να βοηθηθούν οι μαθητές να μάθουν για διάφορες δομές μηχανικής. Αυτοί οι πόροι περιλαμβάνουν μια σειρά από επαγγελματικά κινούμενα βίντεο YouTube σχετικά με δοκούς και μια συλλογή φυσικών μοντέλων και σχετικών βίντεο σχετικά με κατασκευές.

### (1) Ισορροπία ενός σημείου

**Περιγραφή.** Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές διερευνούν την ισορροπία ενός σημείου (ένας μικρός μεταλλικός δακτύλιος) υπό τη δράση δυνάμεων από 1, 2, 3 ή 4 κλίμακες ελατηρίου. Θα βρουν ότι το διανυσματικό άθροισμα των δυνάμεων σε ένα σημείο πρέπει να μηδενιστεί για να παραμείνει σε ισορροπία.



ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ /  
ΔΡΑΣΕΩΝ

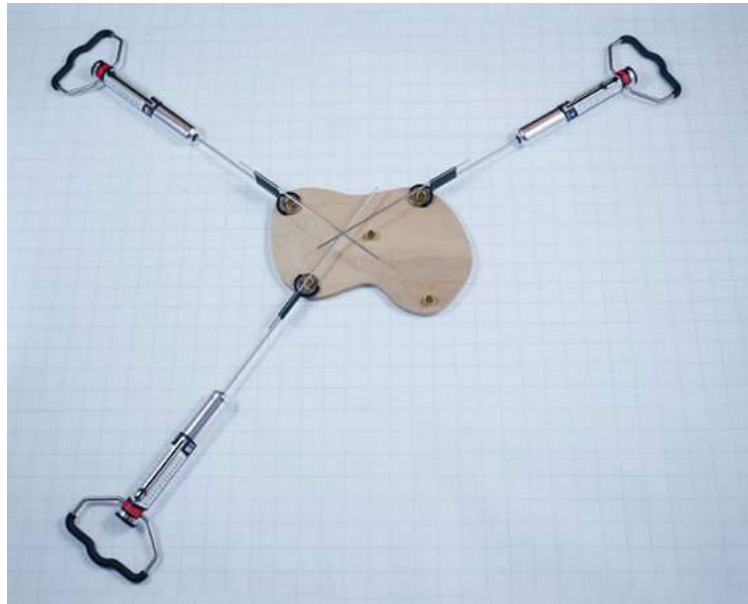
**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Διαβάσουν τη δύναμη σε μια κλίμακα ελατηρίου
- Παρακολουθήσουν τη γραμμή δράσης των δυνάμεων κλίμακας ελατηρίου σε ένα μεγάλο φύλλο χαρτιού
- Μετατρέψουν αυτές τις γραμμές δράσης σε διανύσματα και να προσθέτουν τις γραφικά (ή αλγεβρικά, εάν δοθεί συμπληρωματική οδηγία)
- Δείξουν ότι μια ενιαία, μη μηδενική δύναμη δεν μπορεί να δράσει σε ένα σημείο
- Δείξουν ότι αν δρουν 2 δυνάμεις πρέπει να είναι ίσες και αντίθετες
- Δείξουν με παράδειγμα, ότι εάν 2 ή περισσότερες δυνάμεις δρουν σε ένα σημείο, το διανυσματικό άθροισμά τους πρέπει να είναι μηδέν
- Δείξουν πώς η δύναμη σε μια μονή, γωνιακή κλίμακα ελατηρίου μπορεί να αναλυθεί πειραματικά στις  $x$  και  $y$  συνιστώσες της

- Δώσουν ένα παράδειγμα μέτρησης που περιέχει πειραματικό σφάλμα

## (2) Ισορροπία άκαμπτου σώματος

**Περιγραφή.** Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές διερευνούν την ισορροπία ενός άκαμπτου σώματος εφαρμόζοντας δυνάμεις από 1, 2, 3 ή 4 κλίμακες ελατηρίου. Καθώς οι μαθητές μετακινούν τις κλίμακες και αλλάζουν τις δυνάμεις που φέρουν, οι επεκτάσεις της κλίμακας ελατηρίου τους επιτρέπουν να δουν ότι η Αρχή των Ταυτόχρονων δυνάμεων ικανοποιείται πάντα (εκτός αν όλες οι δυνάμεις είναι παράλληλες).

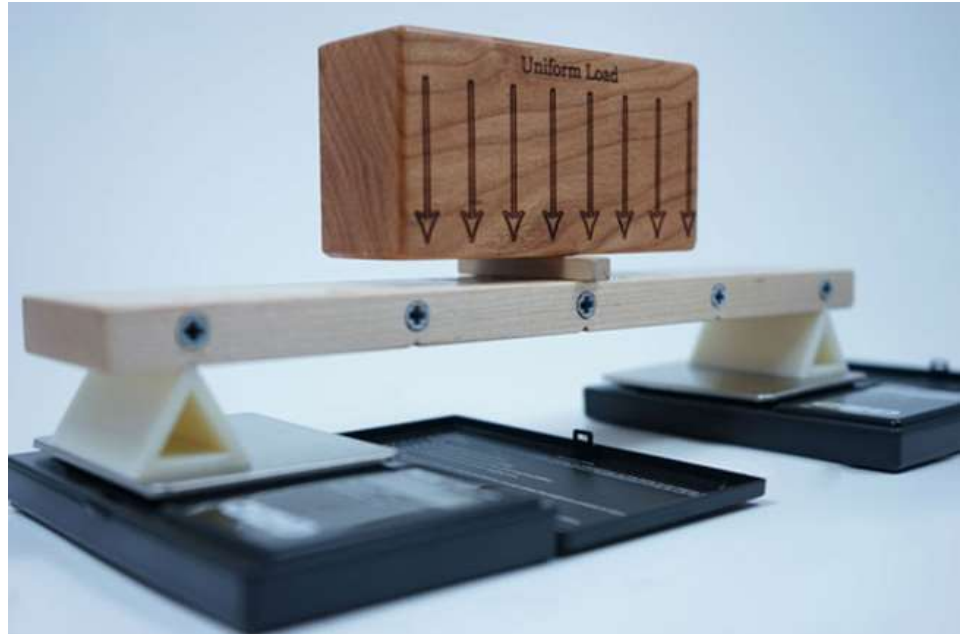


**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Διαβάσουν τη δύναμη σε μια κλίμακα ελατηρίου
- Παρακολουθήσουν τη γραμμή δράσης των δυνάμεων κλίμακας ελατηρίου σε ένα μεγάλο φύλλο χαρτιού
- Μετατρέψουν αυτές τις γραμμές δράσης σε διανύσματα και να τις προσθέσουν γραφικά (ή αλγεβρικά, εάν δοθεί συμπληρωματική οδηγία)
- Δείξουν ότι μια μοναδική, μη μηδενική δύναμη δεν μπορεί να δράσει σε ένα σώμα
- Δείξουν ότι αν δρουν 2 δυνάμεις πρέπει να είναι ίσες, αντίθετες και συγγραμμικές
- Δείξουν με παράδειγμα, ότι εάν 2 ή περισσότερες δυνάμεις δρουν σε ένα άκαμπτο σώμα, το διανυσματικό τους άθροισμα πρέπει να είναι μηδέν
- Δείξουν ότι οι γραμμές δράσης οποιωνδήποτε 3 μη παράλληλων δυνάμεων σε ένα άκαμπτο σώμα πρέπει να διασταυρώνονται σε ένα κοινό σημείο (η αρχή των παράλληλων δυνάμεων)
- Δείξουν, με αντιπαράδειγμα, ότι η Αρχή των Ταυτόχρονων Δυνάμεων δεν ισχύει όταν εφαρμόζονται περισσότερες από 3 δυνάμεις σε ένα άκαμπτο σώμα

### (3) Δυνάμεις σε δοκό, Ροπές και Αντιδράσεις

**Περιγραφή.** Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές θα εφαρμόσουν διάφορα φορτία και ροπές σε μια ξύλινη δοκό. Χρησιμοποιώντας βάρη, ζυγαριές και ένα εργαλείο ροπής, θα μάθουν πώς τα φορτία και οι ροπές, και οι θέσεις τους, επηρεάζουν τις δυνάμεις στήριξης (αντιδράσεις) που σχετίζονται με τις δοκούς που υποστηρίζονται απλά.

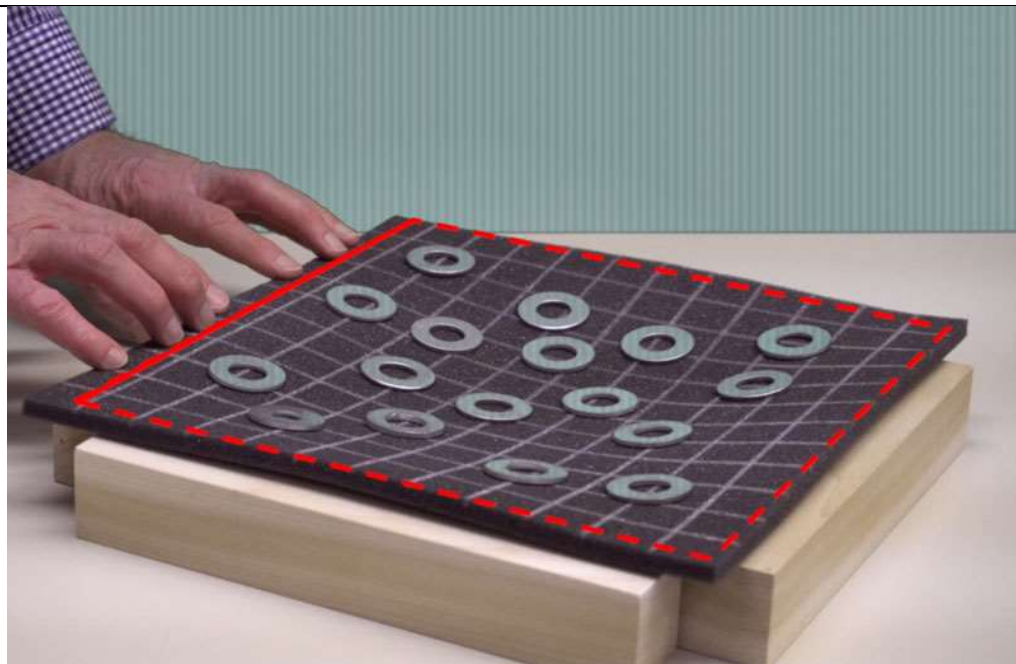


**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει:

- Να δείξουν βασική κατανόηση των δυνάμεων, των ροπών και των αντιδράσεων
- Να εξηγούν τη διαφορά μεταξύ νεκρών και ενεργών φορτίων
- Να περιγράφουν πώς η θέση φορτίου επηρεάζει τις αντιδράσεις
- Να δηλώνουν με βεβαιότητα ότι το σημείο της ροπής δεν επηρεάζει την αντίδραση
- Να καταλάβουν την έννοια της πειραματικής μεταβλητότητας
- Να κατανοούν γιατί διαφέρουν τα θεωρητικά και τα πειραματικά ευρήματα
- Να υπολογίζουν τις αντιδράσεις για συγκεκριμένους συνδυασμούς φορτίων

### (4) Κάμψη πλάκας

**Περιγραφή.** Για να κατανοήσουν οι μαθητές πώς οι πλάκες μεταφέρουν φορτίο και πού απαιτείται ενίσχυση σε πλάκες σκυροδέματος ή σύνθετες πλάκες, πρέπει να είναι σε θέση να οπτικοποιήσουν πώς παραμορφώνονται οι πλάκες. Αυτό το μοντέλο έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να δουν πώς οι πραγματικές πλάκες παραμορφώνονται υπό το βάρος τους και να μάθουν μέσω πειραματισμού για τις πρόσθετες παραμορφώσεις που προκαλούνται από διάφορα εξωτερικά φορτία.



**Στόχοι μάθησης.** Το μοντέλο επιτρέπει στους μαθητές να:

- Κατανοήσουν την ιδέα ότι οι πλάκες μεταφέρουν φορτίο καμπυλώνοντας σε δύο ορθογώνιες κατευθύνσεις (σε αντίθεση με τις δοκούς, οι οποίες καμπυλώνουν μόνο και το κάνουν μόνο κατά την αξονική τους διεύθυνση)
- Μάθουν να χρησιμοποιούν έναν κοντό χάρακα που κρατιέται στην άκρη στην επιφάνεια μιας πλάκας για να αποκτήσουν την αίσθηση της καμπυλότητάς της κατά μήκος της κατεύθυνσης του χάρακα
- Βεβαιωθούν ότι οι πλάκες μπορούν να εμφανίσουν ανεξάρτητες καμπυλότητες σε ορθογώνιες κατευθύνσεις
- Εξετάζοντας συστήματα αξόνων εντός επιπέδου με διαφορετικούς προσανατολισμούς σε ένα κατάλληλο σημείο στην επιφάνεια της πλάκας, εξερευνούν τις θεμελιώδεις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ της καμπυλότητας της επιφάνειας και της συστροφής
- Παρατηρούν πώς οι πλάκες παραμορφώνονται υπό το βάρος τους (νεκρό φορτίο)
- Εφαρμόζουν διάφορα εξωτερικά σημειακά και κατανεμημένα φορτία (ζωντανά φορτία) και να παρατηρούν τις επιπτώσεις τους στην εκτροπή της πλάκας
- Παρατηρούν πώς οι οριακές συνθήκες και οι αλλαγές σε αυτές επηρεάζουν το σχήμα της πλάκας
- Συγκρίνουν τα σχέδια εκτροπής διαφορετικών ειδών πλακών με διάφορα φορτία
- Αρχίζουν να αναπτύσσουν μια διαίσθηση για τα παραμορφωμένα σχήματα που θα λάβουν οι πλάκες διαφόρων μεγεθών, σχημάτων και οριακών συνθηκών κάτω από διάφορα φορτία
- Πρόβλεψη σημείων μέγιστης απόκλισης
- Προβλέπουν σημεία θετικής και αρνητικής καμπυλότητας σε διαφορετικές κατευθύνσεις
- Αρχίζουν να κατανοούν πού και σε ποια πλευρά μιας πλάκας σκυροδέματος ή μιας σύνθετης πλάκας θα χρειαζόταν ενίσχυση
- Χρησιμοποιούν ζυγαριές για να παρατηρήσετε πώς μεταφέρονται τα ασκούμενα φορτία σε δοκούς στήριξης και υποστυλώματα

## (5) Γοτθικοί Καθεδρικοί Ναοί

**Περιγραφή.** Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές συναρμολογούν μια σειρά από σχέδια γοτθικού καθεδρικού ναού. Ανακαλύπτουν ότι τα δομικά στοιχεία πρέπει να συναρμολογούνται με τη σωστή σειρά για να αποφευχθεί η κατάρρευση κατά την κατασκευή. Μαθαίνουν για τις καμάρες (θολωτές οροφές) και την πλάγια ώθηση που δημιουργούν, και μαθαίνουν για τα ιπτάμενα στηρίγματα και άλλες στρατηγικές για την αντιμετώπιση αυτών των πλευρικών δυνάμεων. Μαθαίνουν επίσης ότι ενώ οι οροφές αυτών των υπέροχων κτιρίων λειτουργούν ως καμάρες, οι στέγες τους είναι ελαφριά ζευκτά.



**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγούν γιατί τα τόξα δημιουργούν οριζόντιες δυνάμεις
- Περιγράφουν πιθανές στρατηγικές για την αντιμετώπιση των πλευρικών δυνάμεων στα κτίρια
- Απεικονίσουν πώς πρέπει να συναρμολογούνται τα εξαρτήματα μιας κατασκευής με τη σωστή σειρά για να αποφευχθεί η κατάρρευση κατά την κατασκευή

## (6) Θόλοι

**Περιγραφή.** Αυτό το μοντέλο επιτρέπει στους μαθητές να δουν πώς τα μπλοκ σε μια τοιχοποιία ή έναν θόλο χιονιού ταιριάζουν μεταξύ τους για να κάνουν μια σταθερή κατασκευή. Εάν τα τμήματα του θόλου δένονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας λεπτό ελαστικό κορδόνι όπως αυτό που χρησιμοποιείται μερικές φορές για την κατασκευή περιδέραιων, μπορούν επίσης να αποδειχθούν διάφοροι τρόποι λυγισμού.



**Στόχοι μάθησης.** Εάν οι μαθητές παρατηρούν προσεκτικά όπως δείχνει ο εκπαιδευτής ή εάν πειραματίζονται προσωπικά με το μοντέλο, θα πρέπει να είναι σε θέση να:

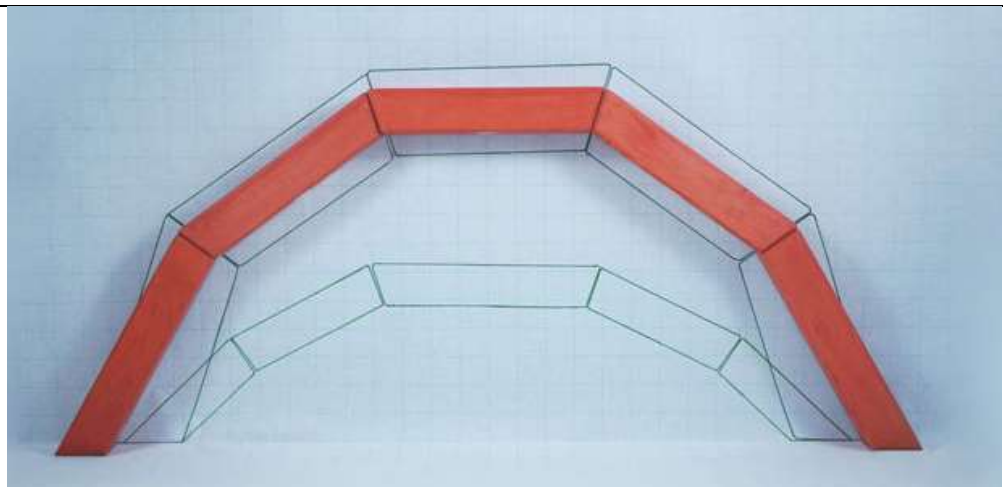
- Περιγράψουν με γενικούς όρους πώς συνεργάζονται τα μπλοκ σε έναν θόλο για να μεταφέρουν φορτίο.
- Εξηγήσουν γιατί οι ημιτελείς θόλοι ή μέρη τους μπορεί να είναι ασταθείς.
- Δείξουν γιατί απαιτούνται δακτύλιοι τάσης σε θόλους που είναι βαθείς (ψηλοί).
- Εξηγήσουν διάφορους συνήθεις τρόπους αστοχίας σε θόλους.

## (7) Τόξα και Καμάρες

**Περιγραφή.** Γενικά, έχει διαπιστωθεί ότι στους μαθητές αρέσει ιδιαίτερα να κάνουν αυτή τη δραστηριότητα, πιθανώς λόγω της απλότητάς της, των αποτελεσμάτων της και της υπέροχης σχέσης που ανακαλύπτουν μεταξύ ανεξάρτητων καμάρων και κρεμαστών καλωδίων.

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές κατασκευάζουν μια σειρά από σχέδια καμάρας, μερικά από τα οποία στέκονται μόνα τους και άλλα όχι. Μαθαίνουν ότι το σχήμα και το πάχος της καμάρας επηρεάζει την ικανότητά της να στέκεται ελεύθερα. Σε αντίθεση με την κοινή διαίσθηση, ένα από τα συγκεκριμένα σχέδια που αποτυγχάνει μπορεί να γίνει ανθεκτικό αν είναι φαρδύτερο ή πιο ρηχό. Σχεδιάζουν τα σχέδιά τους σε ένα μεγάλο φύλλο χαρτιού και τα συγκρίνουν. Στη συνέχεια χρησιμοποιούν μια αλυσίδα για να εξερευνήσουν οικογένειες με χαλαρά σχήματα αλυσοειδών και παρατηρούν ότι ένα χαλαρό αλυσοειδές διέρχεται από τα ανάποδα σχέδια (αυστηρά μιλώντας, μέσα από τις αρθρώσεις) των σχεδίων που μπορούν να στέκονται ελεύθερα.





**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγήσουν γιατί η μείωση του πάχους μιας ανεξάρτητης καμάρας μπορεί να την κάνει ασταθή
- Εξηγήσουν γιατί οι κυκλικές καμάρες μπορεί να μην είναι ελεύθερες
- Περιγράψουν γιατί, σε αντίθεση με τη διαίσθηση, ένα τόξο μπορεί να γίνει σταθερό διευρύνοντας τη βάση του
- Περιγράψουν τη σχέση μεταξύ ανεξάρτητων τόξων και κρεμαστών καλωδίων.
- Εξηγήσουν γιατί η προσθήκη ενός μόνο άξονα μέσα σε ένα τόξο δεν προκαλεί την κατάρρευσή του
- Αρχίσουν να εξηγούν πώς συνεργάζονται τα εξαρτήματα μιας καμάρας ώστε να παράγουν ένα σύστημα που μπορεί να μεταφέρει φορτίο

## (8) Κρεμαστές Γέφυρες

**Περιγραφή.** Οι μαθητές απολαμβάνουν πραγματικά αυτή τη δραστηριότητα, πιθανώς λόγω των κατασκευαστικών προκλήσεων, της κομψής μορφής της δομής που προκύπτει και της κατανόησης που παρέχει για το πώς λειτουργούν οι κρεμαστές γέφυρες.

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές εξετάζουν τις δυσκολίες της κατασκευής μιας γέφυρας μεγάλου ανοίγματος που δεν μπορεί να προσπελαστεί ή να υποστηριχθεί από κάτω. Εξετάζουν πώς τα διάφορα εξαρτήματα πρέπει να συναρμολογηθούν με τη σωστή σειρά. Καταλαβαίνουν επίσης πώς οι πύργοι, τα καλώδια και τα καταστρώματα συνεργάζονται ως δομικό σύστημα. Τέλος, μαθαίνουν για την εγγενή ευελιξία των δομών που υποστηρίζονται από καλώδια και για τρόπους μείωσης αυτής της ευελιξίας.





**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγούν τις προκλήσεις της κατασκευής μιας γέφυρας μεγάλου ανοίγματος που δεν είναι προσβάσιμη από κάτω
- Εικονογραφούν πώς πρέπει να συναρμολογηθούν τα εξαρτήματα της γέφυρας με τη σωστή σειρά
- Εξηγούν πώς οι πύργοι, τα καλώδια και τα καταστρώματα λειτουργούν ως σύστημα μεταφοράς φορτίων κυκλοφορίας
- Δείξουν την ευκαμψία μιας δομής που υποστηρίζεται από καλώδιο
- Εικονογραφήσουν πώς αυτή η ευκαμψία μπορεί να μειωθεί με την αύξηση της ακαμψίας του καταστρώματος

## **(9) Τοίχοι αντιστήριξης**

**Περιγραφή.** Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να δοκιμάσουν μια ποικιλία σχεδίων τοίχων αντιστήριξης. Πολλοί μαθητές θα εκπλαγούν από τα σχέδια τοίχων αντιστήριξης που λειτουργούν καλύτερα.

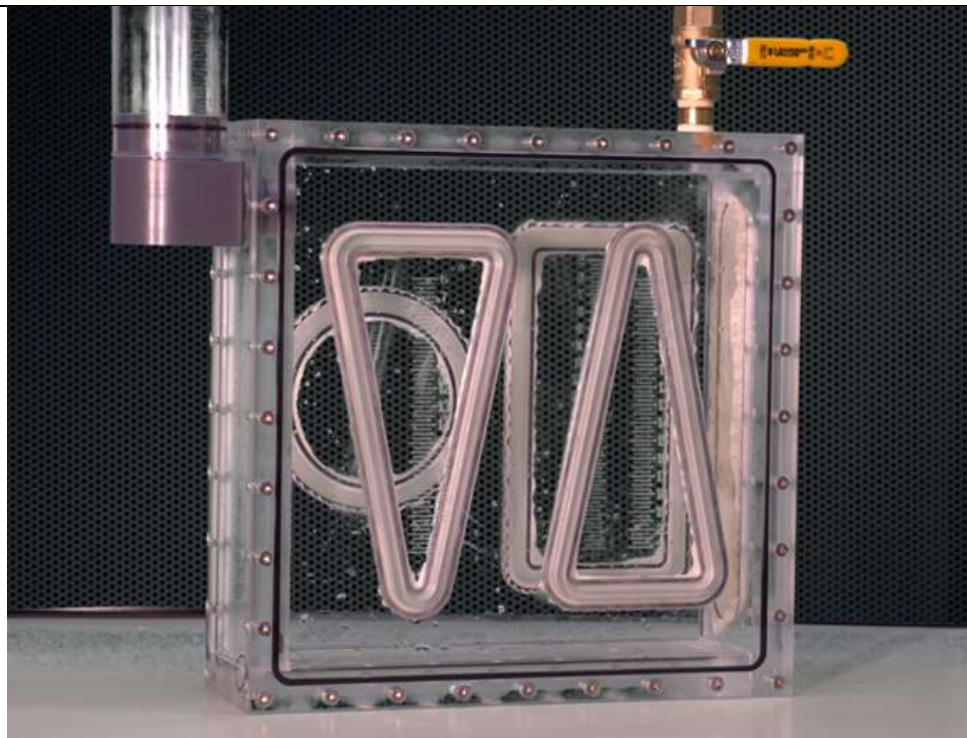


**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγούν, σε γενικές γραμμές, πώς «λειτουργεί» ένας τυπικός τοίχος αντιστήριξης
- Εξηγήσουν γιατί ένας τοίχος αντιστήριξης, στον οποίο η βάση περιλαμβάνει ένα σημαντικό τμήμα κάτω από την επιβάρυνση του εδάφους, λειτουργεί καλύτερα από έναν που δεν το κάνει.

### **(10) Δυνάμεις σε βυθισμένες επιφάνειες**

**Περιγραφή.** Αυτή η δραστηριότητα επιτρέπει στους μαθητές να διερευνήσουν τις υδροστατικές πιέσεις σε επιφάνειες διαφόρων γεωμετριών. Μπορούν να μετρήσουν τη συνολική υδροστατική δύναμη και να βρουν το κέντρο της πίεσης και να μπορούν να συγκρίνουν αυτές τις τιμές με εκείνες που υπολογίζονται από ένα σχετικό υπολογιστικό φύλλο.



**Στόχοι μάθησης.** Στο τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγήσουν πώς η πίεση του υγρού αλλάζει με το βάθος
- Μετρήσουν την υδροστατική δύναμη σε ένα πάνελ χρησιμοποιώντας ένα μανόμετρο μηχανικής δύναμης
- Βρουν πειραματικά το κέντρο πίεσης (center of pressure, COP) ενός υδροστατικά φορτισμένου πίνακα
- Περιγράψουν πώς το μέγεθος της συνολικής υδροστατικής δύναμης σε ένα πάνελ μεταβάλλεται ανάλογα με το βάθος του νερού
- Εξηγήσουν γιατί αλλάζει η θέση του COP σε έναν πίνακα όταν αλλάζει το βάθος του νερού
- Περιγράψουν πώς διαφέρουν οι δυνάμεις και τα COP που σχετίζονται με ορθογώνια, κυκλικά και τριγωνικά πλαίσια
- Χρησιμοποιήσουν ένα υπολογιστικό φύλλο για να υπολογίσουν την υδροστατική δύναμη και το COP και να τα συγκρίνουν με τις πειραματικές τιμές
- Εξηγήσουν γιατί αλλάζει η θέση COP όταν ένα κατακόρυφο πλαίσιο γίνεται οριζόντιο (μπορεί να δοθεί οριζόντιος προσανατολισμός στα πάνελ ανατρέποντας το κιβώτιο πίεσης στο πλάι του, ενώ ταυτόχρονα στρίβουν τον σωλήνα πίεσης ώστε να παραμένει κατακόρυφος).

**ΩΡΕΣ  
ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΩΣ**

Δύο (2)

**ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

Οι δράσεις χρειάζονται και την κατάλληλη υλικο-τεχνική υποδομή, και θα πρέπει να αγορασθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός [για παράδειγμα, ζυγαριές ελατηρίου της μάρκας Rapala 15-lb (7 kg), άγκιστρο με μια ράβδο από ανοξείδωτο χάλυβα, ροδέλα με εσωτερική διάμετρο 13 mm και εξωτερική διάμετρο 27 mm κ.ά.].

**ΠΑΡΑΔΟΤΕΑ**

Φύλλα εργασίας, Τεχνικές εκθέσεις μαθητών

**ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ  
ΦΟΡΕΙΣ κ.λπ.**

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών