



Βιωμα  
ΤΙΚΕΣ  
DIY  
Δρα  
στηριό  
τητες

4

Φτιάξε τη δική σου σεισμική τράπεζα

## Εισαγωγή στην δραστηριότητα

Ζούμε σε μια ιδιαίτερα σεισμογενή χώρα, που συχνά δοκιμάζεται από σεισμούς. Η μελέτη των σεισμών και η ανάπτυξη αντισεισμικών συστημάτων είναι ένας πολύ σημαντικός επιστημονικός τομέας, απαραίτητος για την προστασία όλων μας.

Τι είναι όμως οι σεισμοί; Πώς οι μηχανικοί δοκιμάζουν τη δομή κτιρίων και κατασκευών ώστε να διασφαλίσουν την αντοχή τους σε περίπτωση σεισμού; Ο καλύτερος τρόπος για να καταλάβουμε τα χαρακτηριστικά, τη σημασία και τα πιθανά αποτελέσματα μιας σεισμικής δόνησης είναι να τα δοκιμάσουμε εμείς οι ίδιοι! Μπορείτε να φτιάξετε μια κατασκευή που να αντέχει ακόμα και τον πιο ισχυρό σεισμό;

## Βιωματική δραστηριότητα 4: Φτιάξε τη δική σου σεισμική τράπεζα

### Απευθύνεται σε:

παιδιά, γονείς, εκπαιδευτικούς και όλους όσους θέλουν να διασκεδάσουν με την επιστήμη

### Επίπεδο δυσκολίας: Μέτριο

Προτείνεται για μαθητές Γυμνασίου

### Απαιτούμενες γνώσεις:

Βασικές αρχές κυματικής: εγκάρσια και διαμήκη κύματα. Σεισμικό επίκεντρο, πρωτεύοντα και δευτερεύοντα σεισμικά κύματα. Βλέπε δραστηριότητα «Σεισμοί» της ενότητας «Διαδραστική Διδασκαλία Θετικών Επιστημών» και τα βίντεο της ενότητας "Create".

### Στόχοι δραστηριότητας:

- Κατασκευή ενός μοντέλου σεισμικής τράπεζας και προσομοίωση κτιρίων.
- Κατανόηση των εννοιών της έντασης, συχνότητας, και διεύθυνσης της κίνησης ενός σεισμού.
- Πειραματική καταγραφή και εξοικείωση με τις κλίμακες μεγέθους και έντασης σεισμών



## Εκτέλεση δραστηριότητας

### Λίγη...επιστήμη και τεχνολογία

#### Τι είναι οι σεισμοί;

Τι είναι οι σεισμοί; Ως σεισμό ορίζουμε την αισθητή ανατάραξη της επιφάνειας της Γης (και...όχι μόνο)! Έχετε αναρωτηθεί ποτέ πώς δημιουργούνται αυτές οι αναταράξεις;

Στη Γη, ένας σεισμός είναι αποτέλεσμα μιας **απότομης μετακίνησης μαζών** στον στερεό φλοιό της Γης. Η ανατάραξη αυτή είναι αποτέλεσμα της **ξαφνικής απελευθέρωσης συσσωρευμένης ενέργειας**- η οποία πρέπει κάπως να εκτονωθεί. Η ενέργεια αυτή μεταφέρεται μέσω των **σεισμικών κυμάτων**, τα οποία φτάνουν μέχρι την επιφάνεια της Γης, προκαλώντας τις δονήσεις που εμείς αισθανόμαστε!

Πού μπορεί να οφείλεται αυτή η ξαφνική απελευθέρωση ενέργειας; Στη Γη, οι σεισμοί ανήκουν σε πέντε κατηγορίες, ανάλογα με την αιτία της ενεργειακής εκτόνωσης: **Τεκτονικοί, ηφαιστειακοί, εγκατακρημνισιγενείς, κρυογενείς και τεχνητοί.**

Το μεγαλύτερο ποσοστό των σεισμικών δονήσεων στον πλανήτη μας είναι τεκτονικοί: οφείλονται δηλαδή στην κίνηση των τεκτονικών πλακών! Όπως ξέρουμε, ο πλανήτης μας διαθέτει μια στερεή εξωτερική επιφάνεια, τον φλοιό- ο οποίος όμως δεν είναι ενιαίος, αλλά αποτελείται από μεγάλα κομμάτια, τις τεκτονικές πλάκες. Οι τεκτονικές πλάκες βρίσκονται σε συνεχή κίνηση, σπρώχνοντας η μία την άλλη. Καθώς οι πλάκες πλησιάζουν και απομακρύνονται, στα σημεία που βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους δημιουργούνται ρωγμές στον φλοιό- τα **ρήγματα**. Οι πλευρές ενός ρήγματος συγκρατούνται μεταξύ τους χάρη στην τριβή- όμως σταδιακά οι συνεχείς πιέσεις σιγά σιγά συσσωρεύουν τεράστια ενέργεια. Όταν η ενέργεια αυτή ξεπεράσει κάποιο όριο, τα πετρώματα του ρήγματος σπάνε, και οι πλάκες ολισθαίνουν (γλιστράνε). Είναι αυτή ακριβώς η ολίσθηση που προκαλεί τη βίαιη ταλάντωση των πετρωμάτων, δημιουργώντας τα σεισμικά κύματα, τα οποία διαδίδουν την ενέργεια στο φλοιό της Γης, μέχρι και την επιφάνεια. Τα σεισμικά κύματα διακρίνονται σε **πρωτεύοντα** (διαμήκη κύματα, αποτελούνται από



## Εκτέλεση δραστηριότητας

διαδοχικά πυκνώματα αραιώματα) και **δευτερεύοντα** (εγκάρσια κύματα, αποτελούνται από όρη και κοιλάδες).

Τα κύματα αυτά ταξιδεύουν μέχρι την επιφάνεια της Γης, όπου τα αντιλαμβανόμαστε. Τα πρωτεύοντα κύματα ταξιδεύουν πιο γρήγορα από τα δευτερεύοντα, και ανιχνεύονται πρώτα, αποτελώντας μια πρώτη προειδοποίηση, προκαλώντας ένα ισχυρό σοκ. Τα δευτερεύοντα κύματα ωστόσο είναι αυτά που είναι πιο καταστροφικά- προκαλώντας μια περιοδική ταλάντωση κατακόρυφη στο επίπεδο που μπορεί δυστυχώς να έχει καταστροφικά αποτελέσματα.

### Κλίμακες έντασης και μεγέθους σεισμών

Για να χαρακτηρίσουμε έναν σεισμό, μετράμε κάποιες συγκεκριμένες ιδιότητες. Οι βασικότερες από αυτές είναι τρεις:

**Εστιακό βάθος:** Η ακριβής θέση στο φλοιό της Γης όπου συμβαίνει ένας σεισμός ονομάζεται **εστία του σεισμού**. Εάν θεωρήσουμε τη θέση αυτή (που μπορεί να καταλαμβάνει κάποια έκταση) ως ένα και μόνο σημείο, τότε αυτό το σημείο ονομάζεται **υπόκεντρο**. Για να βρούμε πιο είναι το πιο κοντινό σημείο στην επιφάνεια της Γης στο οποίο θα φτάσουν τα σεισμικά κύματα, κάνουμε προβολή του υποκέντρου στην επιφάνεια- έτσι βρίσκουμε το **επίκεντρο του σεισμού**. Ανάλογα με την απόσταση του υποκέντρου από την επιφάνεια της Γης, ένας σεισμός μπορεί να χαρακτηριστεί ως **επιφανειακός** (0-30km), **ενδιάμεσου βάθους** (30-70 km) και **μεγάλου βάθους** (άνω των 70 km).

Το εστιακό βάθος είναι ένα πάρα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό ενός σεισμού. Όσον πιο κοντά στην επιφάνεια της Γης συμβεί ο σεισμός, τόσο μεγαλύτερες καταστροφές μπορεί να προκαλέσει στις ανθρώπινες κατασκευές. Αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή, όταν ένας σεισμός είναι επιφανειακός, τα σεισμικά κύματα δεν προλαβαίνουν να εξασθενήσουν πριν φτάσουν στην επιφάνεια.

**Μέγεθος:** Το μέγεθος του σεισμού μετράει την ποσότητα της ενέργειας που απελευθερώνεται μετά από τη θραύση και την ολίσθηση των πετρωμάτων. Η κλίμακα μέτρησης του μεγέθους είναι η γνωστή μας **κλίμακα Ρίχτερ** (Richter)! Η κλίμακα θεωρητικά δεν έχει ανώτατο όριο, όμως είναι απίθανο να



## Εκτέλεση δραστηριότητας

παρατηρηθούν ποτέ στη Γη σεισμοί μεγέθους μεγαλύτερου του 9,5.

**Ένταση:** Η ένταση του σεισμού αφορά το μέγεθος των καταστροφών που προκαλεί ο σεισμός σε ανθρώπινες κατασκευές σε μια περιοχή της επιφάνειας της Γης. Η ένταση του σεισμού μετράται με την **κλίμακα Μερκάλι** (Mercalli). Η κλίμακα αυτή έχει 12 βαθμούς. Φυσικά η ένταση ενός σεισμού με βάση την κλίμακα Μερκάλι εξαρτάται τόσο από το μέγεθος και το εστιακό βάθος του σεισμού, αλλά και διάφορους παράγοντες όπως είναι τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους, την πυκνότητα και κατανομή των κατοικιών σε σχέση με το επίκεντρο αλλά και τη γενικότερη αντισεισμική ετοιμότητα των κατασκευών! Έτσι, ένας σεισμός χαμηλού μεγέθους στην κλίμακα Ρίχτερ μπορεί να προκαλέσει ζημιές αν γίνει σε μικρό εστιακό βάθος- αντίστοιχα, ένας μεγάλος σεισμός σε μικρό εστιακό βάθος ή σε μεγάλη απόσταση από κατοικημένη περιοχή μπορεί να επιφέρει μικρότερη καταστροφή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο μεγάλος σεισμός στο Σεντάι της Ιαπωνίας το 2011, μεγέθους 9,0 της κλίμακας Ρίχτερ, ο οποίος παρ'όλο το μεγάλο μέγεθός του δεν είχε τις αντίστοιχες αναμενόμενες επιπτώσεις, χάρη στο υψηλό επίπεδο αντισεισμικών υποδομών της χώρας.

### Η σεισμική τράπεζα

Είναι προφανές, λοιπόν, ότι η κατάλληλη κατασκευαστική προετοιμασία είναι απαραίτητη για να προστατεύσουμε τα κτίρια και τις ανθρώπινες κατασκευές από τους σεισμούς!

Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές που ασχολούνται με τη μελέτη των σεισμών και της στατικότητας των κτιρίων έχουν βρει τρόπους για να μελετούν τις πιθανές ζημιές και τη συμπεριφορά ενός κτιρίου ή μιας κατασκευής σε πραγματικές συνθήκες ενός σεισμού!

Ένας τέτοιος τρόπος είναι η σεισμική τράπεζα:

Πρόκειται για μια μεγάλη επιφάνεια η οποία μπορεί να ταλαντωθεί όπως το έδαφος στη διάρκεια ενός σεισμού. Πάνω στη σεισμική τράπεζα τοποθετούνται μοντέλα επιφανειών (όπως μια κεκλιμένη πλαγιά), κτίρια ή άλλες κατασκευές. Τα μοντέλα αυτά στερεώνονται πάνω στην τράπεζα και



## Εκτέλεση δραστηριότητας

υποβάλλονται σε κίνηση που προσομοιάζει πραγματικές σεισμικές δονήσεις. Πολλές φορές οι δονήσεις αυξάνονται σε ένταση και συχνότητα μέχρι το μοντέλο να καταστραφεί πλήρως, ώστε να προσδιοριστεί η αντοχή του!

Η συχνότητα των δευτερευόντων σεισμικών κυμάτων είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, ιδιαίτερα για κατασκευές με μεγάλο ύψος, όπως οι ουρανοξύστες. Ο συντονισμός των σεισμικών κυμάτων με την ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης ενός κτιρίου μπορεί να ενισχύσει την ταλάντωση, με καταστροφικά αποτελέσματα!

### Πώς δουλεύει;

Η πρώτη σεισμική τράπεζα δημιουργήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Τόκιο το 1893, και ήταν ένα μια απλή επιφάνεια τραπεζιού πάνω σε ένα σύστημα από τροχούς. Σήμερα, οι σεισμικές τράπεζες είναι ορθογώνιες πλατφόρμες με σερβο-υδραυλικούς ή άλλους κινητήρες που προκαλούν κινήσεις που μπορούν να έχουν έως 6 βαθμούς ελευθερίας (δηλαδή κίνηση πάνω κάτω, δεξιά αριστερά, μπρος πίσω, και περιστροφή γύρω από τρεις άξονες). Έτσι μπορούν να προσομοιωθούν με ακρίβεια όλες οι πιθανές κινήσεις του εδάφους κατά τη διάρκεια ενός σεισμού!

Η σεισμική τράπεζα μπορεί να διαθέτει συστήματα που καταγράφουν τη συμπεριφορά των κατασκευών μαζί με χαρακτηριστικά όπως είναι η **διεύθυνση**, η **συχνότητα**, η **ένταση** και η **διάρκεια** των προσομοιούμενων σεισμικών δονήσεων (δηλαδή των σεισμικών κυμάτων). Έτσι μπορεί να γίνει δοκιμαστεί η συμπεριφορά του κτιρίου κάτω από σεισμικά δονήσεις με χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν σε έναν πραγματικό σεισμό συγκεκριμένης διάρκειας, έντασης, και εστιακού βάθους.

Οι σεισμικές τράπεζες μπορεί να είναι τόσο μικρές όσο ένα...τραπέζι, όπου μπορούμε να δοκιμάσουμε μοντέλα κατασκευών, αλλά και τόσο μεγάλες ώστε να μπορούμε να δοκιμάζουμε πάνω τους ολόκληρες πολυκατοικίες! Ένα από τα μεγαλύτερης κλίμακας τεστ σεισμικής τράπεζας στον κόσμο πραγματοποιήθηκε το 2009, στην εγκατάσταση E-Defense του Εθνικού Ινστιτούτου Γεωεπιστήμης και Καταστροφών στο Κόμπε της Ιαπωνίας- όπου



## Εκτέλεση δραστηριότητας

μια πολυκατοικία ύψους επτά ορόφων και βάρους 1,200 τόνων τοποθετήθηκε πάνω σε σεισμική τράπεζα μεγέθους 20x15 μέτρων και υποβλήθηκε στην προσομοίωση σεισμού μεγέθους 7.5 της κλίμακας Ρίχτερ!

Η σημερινή μας κατασκευή θα μοιάζει περισσότερο με τις αρχικές μορφές μιας σεισμικής τράπεζας- είστε όμως ελεύθεροι να εξελίξετε την κατασκευή σας χρησιμοποιώντας σερβο-κινητήρες ή άλλα κατασκευαστικά στοιχεία!

### Υλικά

Θα χρειαστούμε:

#### Για την επιφάνεια της τράπεζας:

- Μία ή δύο επιφάνειες διαστάσεων 1 μέτρο επί 1 μέτρο (ξύλο ή φελιζόλ)

#### Για τη βάση:

- Ελατήρια πίεσεως (με πλαστική βάση στήριξης) ή μπάλες αφρού (foam)/μπαλόνια φουσκωμένα με νερό ή αέρα ή σχοινί
- Μεγάλα λαστιχάκια

#### Για τα κτίρια μας:

- Τουβλάκια τύπου jenga ή καλαμάκια για σουβλάκι και πλαστελίνες ή τουβλάκια τύπου lego

#### Εργαλεία:

- Πιστόλι θερμοκόλλησης
- Κοφτάκι ή κοπίδι
- Το κινητό μας τηλέφωνο: Θα χρειαστεί να εγκαταστήσουμε μία εφαρμογή μετρητή δονήσεων (αναζητήστε στο Google Play Store ή στο App Store χρησιμοποιώντας τις λέξεις κλειδιά μετρητής δονήσεων ή vibration meter).



## Οδηγίες

Είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε την κατασκευή μας!

### Σημείωση για τον/την εκπαιδευτικό

Εάν πραγματοποιήσετε τη δραστηριότητα αυτή στα πλαίσια μαθήματος ή εργαστηριακής δραστηριότητας, αφιερώστε λίγο χρόνο πριν την έναρξη της κατασκευής ώστε να συζητήσετε τη διαδικασία της κατασκευής με τις ομάδες των μαθητών και να τους ενθαρρύνετε να διερευνήσουν τις γνώσεις και τα υλικά που θα χρειαστούν. Οι μαθητές κάθε ομάδας μπορούν να αναλάβουν τους εξής ρόλους:

#### Μηχανολόγος:

- Σχεδιασμός κατασκευής βάσης
- Συγκέντρωση υλικών βάσης
- Καθαρισμός και τακτοποίηση χώρου εργασίας

#### Πολιτικός μηχανικός:

- Σχεδιασμός κτιρίων
- Συγκέντρωση υλικών
- Κατασκευή κτιρίων
- Καταγραφή των αποτελεσμάτων του σεισμού και ανάλογη προσαρμογή της δομής των κτιρίων

#### Σεισμολόγος:

- Αναπαραγωγή και μελέτη χαρακτηριστικών σεισμού (συχνότητας, έντασης, διεύθυνσης, μεγέθους, επικέντρου, πρωτευόντων και δευτερευόντων κυμάτων)
- Καταγραφή σεισμών
- Μέτρηση έντασης σεισμού





## Εκτέλεση δραστηριότητας

Θα φτιάξουμε μια σεισμική τράπεζα, η οποία μας επιτρέπει να προσομοιάσουμε την κίνηση του εδάφους κατά τη διάρκεια ενός πραγματικού σεισμού, και τα αποτελέσματά του στη δομή και την αντοχή των κτιριακών μας κατασκευών. Για να φτιάξουμε το μοντέλο της σεισμικής τράπεζας και να δημιουργήσουμε την προσομοίωση ενός σεισμού θα χρειαστεί να ακολουθήσουμε τρία βασικά βήματα:

### 1 Κατασκευή τράπεζας

Χρειάζεται να φτιάξουμε την επιφάνεια της τράπεζας, στην οποία θα μπορούμε να προσομοιάσουμε την κίνηση του εδάφους κατά τη διάρκεια σεισμικών δονήσεων, δημιουργώντας ταλαντώσεις. Αυτό μπορούμε να το καταφέρουμε με διάφορους τρόπους- θα δούμε τρεις εναλλακτικές που έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία από τους μαθητές του προγράμματος STEmpowering Youth.

#### Σημείωση για τον/την εκπαιδευτικό

Ξεκινάμε την κατασκευή έχοντας τα υλικά απλωμένα στο τραπέζι εργασιών. Δείχνουμε στα παιδιά εικόνες από τους διάφορους τρόπους που θα μπορούσαν να προχωρήσουν στην κατασκευή τους, για να πάρουν ιδέες. Δίνουμε χρόνο στην κάθε ομάδα ώστε να επιλέξει με ποιό τρόπο θα προχωρήσει. Σε αυτό το σημείο θα ήταν χρήσιμη η συμπλήρωση ενός φύλλου εργασίας. Μετά την επιλογή των απαραίτητων υλικών και της στρατηγικής κατασκευής από κάθε ομάδα, ξεκινάμε με την κατασκευή της βάσης.

#### 1<sup>ος</sup> τρόπος: Σεισμική τράπεζα με ελατήρια

- α)** Τοποθετήστε τα ελατήρια πίεσεως με τη βάση στήριξης στις κατάλληλες θέσεις μιας σταθερής επιφάνειας, όπως ένα τραπέζι.
- β)** Τοποθετήστε την ξύλινη ή φελιζόλ επιφάνεια της τράπεζας πάνω στα ελατήρια. Θα πρέπει κάθε ελατήριο να βρίσκεται κάτω από μία από τις τέσσερις γωνίες της επιφάνειας. Στερεώστε την επιφάνεια πάνω στα ελατήρια.

## Εκτέλεση δραστηριότητας

Με τον τρόπο αυτό, χάρη στο δύναμη επαναφοράς του ελαστικού μέσου (εδώ, τα ελατήρια πίεσης) η επιφάνεια της τράπεζας μπορεί να ταλαντωθεί στο επίπεδο (σε όλες τις διευθύνσεις) αλλά και κατακόρυφα (πάνω-κάτω), προσομοιώνοντας εγκάρσια και διαμήκη σεισμικά κύματα. Μπορούμε να προσαρμόσουμε την ένταση, διάρκεια και συχνότητα των δονήσεων προσαρμόζοντας ανάλογα την ώθηση που δίνουμε στην τράπεζα σε κάθε κατεύθυνση!

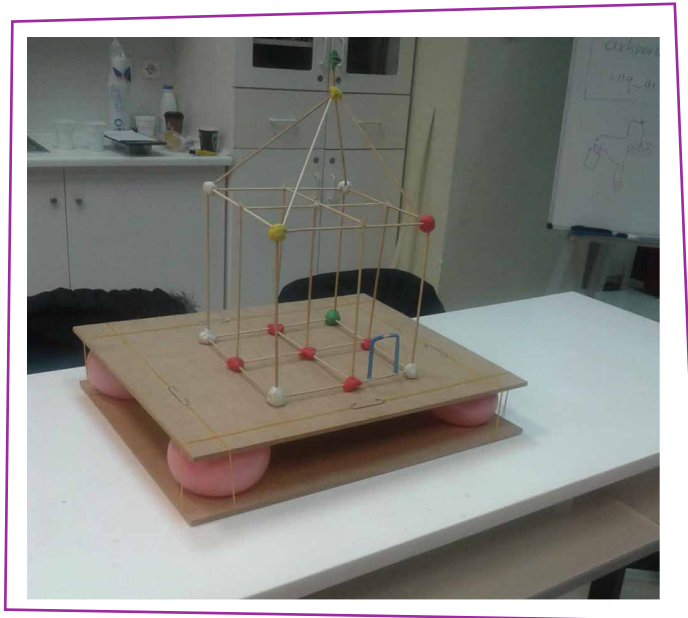


Εικόνα 1

### 2<sup>ος</sup> τρόπος: Σεισμική τράπεζα με μπάλες foam ή μπαλόνια

- α)** Τοποθετήστε μπαλόνια φουσκωμένα με νερό ή αέρα ή μπάλες foam ανάμεσα σε δύο επιφάνειες ( από ξύλο, αφρολέξ, ή πλαστικό).
- β)** Στερεώστε τις δύο επιφάνειες μεταξύ τους χρησιμοποιώντας μεγάλα λαστιχάκια, όπως βλέπουμε στη παρακάτω εικόνα.

## Εκτέλεση δραστηριότητας



Εικόνα 2

Ο τρόπος αυτός είναι μια εναλλακτική μικρού κόστους και δυσκολίας- τα ελαστικά φουσκωμένα μπαλόνια ή μπάλες επιτρέπουν την ταλάντωση και επαναφορά της πάνω επιφάνειας κατακόρυφα (πάνω κάτω) ενώ τα λαστιχα που συγκρατούν την κατασκευή μας επιτρέπουν να εφαρμόσουμε ταλαντώσεις και στο επίπεδο.

### **3<sup>ος</sup> τρόπος: Σεισμική τράπεζα ανηρτημένη με σχοινιά**

Η κατασκευή αυτή μας δίνει μεγαλύτερη ελευθερία στην κίνηση της σεισμικής τράπεζας, ωστόσο έχει μια ελαφρώς μεγαλύτερη πολυπλοκότητα. Για να κατασκευάσουμε την ανηρτημένη τράπεζα, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

#### **α)** Κατασκευάζουμε το σύστημα ανάρτησης:

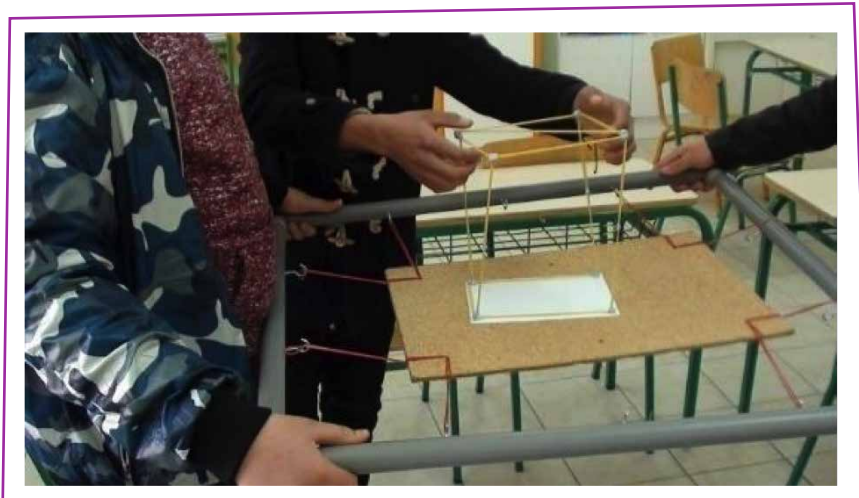
Θα χρειαστούμε τέσσερις πλαστικούς σωλήνες PVC (για παράδειγμα λεπτούς σωλήνες ύδρευσης), μήκους 1,4 m ο καθένας (για τράπεζα με διαστάσεις 1x1m), και τέσσερις ενώσεις γωνιών κατάλληλης διαμέτρου.

Επαναλαμβάνουμε την εξής διαδικασία για κάθε σωλήνα:

## Εκτέλεση δραστηριότητας

Τοποθετούμε το σωλήνα δίπλα στην μία από τις πλευρές της τράπεζας ώστε τα δύο άκρα του σωλήνα να ισαπέχουν από τις γωνίες. Μετράμε 5 εκατοστά από τις δύο γωνίες της πλευράς αυτής (προς το εσωτερικό της) και σημαδεύουμε τα αντίστοιχα σημεία. Στα σημεία του σωλήνα που αντιστοιχούν με αυτά ανοίγουμε τρύπες με τρυπάνι και τοποθετούμε βιδόγαντζους των αντίστοιχων διαστάσεων.

Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τις γωνίες για να δημιουργήσουμε ένα τετράγωνο πλαίσιο, όπως αυτό που βλέπουμε στην εικόνα:



Εικόνα 3

- β)** Προετοιμάζουμε την τράπεζα ανοίγοντας τρύπες στα σημεία που σημαδέψαμε προηγουμένως, όπως βλέπουμε στην εικόνα.
- γ)** Αναρτούμε την τράπεζα, περνώντας σχοινί ή λάστιχο από τις τρύπες που δημιουργήσαμε και στερεώνοντας το στους βιδόγαντζους.

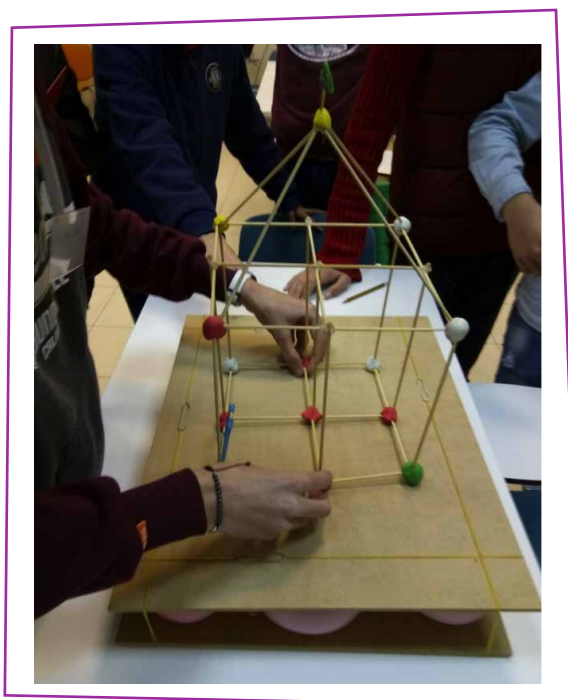
Όπως και προηγουμένως, μπορούμε να δημιουργήσουμε ταλαντώσεις στο επίπεδο αλλά και κατακόρυφα, με μεγαλύτερη ελευθερία στην προσαρμογή του πλάτους της ταλάντωσης. Μπορείτε να δημιουργήσετε ανάλογα συστήματα με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τα διαθέσιμα υλικά και τη διάθεσή σας!

## Εκτέλεση δραστηριότητας

**2 Κατασκευή κτιρίων και κατασκευών****Σημείωση για τον/την εκπαιδευτικό**

Στο σημείο αυτό οι μαθητές θα πρέπει να κατασκευάσουν γεωμετρικές κατασκευές τριών διαστάσεων για την προσομοίωση κτιρίων. Μέσα από τη διαδικασία αυτή αναπτύσσουν χωρικές δεξιότητες κάνοντας χρήση των μαθηματικών τους γνώσεων στον τομέα της Γεωμετρίας. Μαθαίνουν επίσης τρόπους και τεχνικές που μπορούν να εφαρμόσουν για να κάνουν ένα σχήμα πιο σταθερό (επιπλέον στηρίγματα, συγκεκριμένες γεωμετρικές δομές κα) και βάζουν τη φαντασία τους να δουλέψει!

Μπορείτε να αναφερθείτε στις έννοιες της ιδιοσυχνότητας ταλάντωσης για να εξηγήσετε τη σημασία της συχνότητας των σεισμικών κυμάτων για την αντοχή των κτιρίων.

**2<sup>ος</sup> τρόπος: Διακόπτης με κουμπί**

Εικόνα 4



## Εκτέλεση δραστηριότητας

Για την κατασκευή των κτιρίων μπορείτε να χρησιμοποιήσετε πολλούς διαφορετικούς τρόπους, και να συνδυάσετε διαφορετικές κατασκευές! Παρακάτω προτείνουμε τρεις διαφορετικές εναλλακτικές:

- Τρισδιάστατες γεωμετρικές κατασκευές με καλαμάκια και πλαστελίνη: Δοκιμάστε να συναρμολογήσετε κύβους, πυραμίδες και γεωμετρικά κτίρια ενώνοντας καλαμάκια από σουβλάκι. Χρησιμοποιήστε πλαστελίνη για να δημιουργήσετε τις ενώσεις.
- Κτίρια από τουβλάκια τύπου jenga: Δημιουργήστε τρισδιάστατες κατασκευές διαφορετικού ύψους και πλάτους τοποθετώντας τουβλάκια jenga το ένα πάνω στο άλλο.
- Κατασκευές με τουβλάκια τύπου lego: Δημιουργήστε τα κτίριά σας χρησιμοποιώντας τουβλάκια τύπου lego.

Ήρθε η ώρα να πειραματιστούμε!

### 3 Προσομοίωση σεισμών

1. Στερεώστε τα μοντέλα κτιρίων και τις κατασκευές σας πάνω στη σεισμική τράπεζα.
2. Αναζητήστε στο Google Play Store ή στο App Store μια εφαρμογή μέτρησης δονήσεων χρησιμοποιώντας τις λέξεις κλειδιά «μετρητής δονήσεων» ή “vibration meter”. Εγκαταστήστε την εφαρμογή στο κινητό σας τηλέφωνο.
3. Τοποθετήστε το κινητό σας τηλέφωνο πάνω στη σεισμική τράπεζα, και θέστε σε λειτουργία την εφαρμογή..
4. Ξεκινήστε την προσομοίωση σεισμού, δημιουργώντας αναταράξεις στο επίπεδο της επιφάνειας της τράπεζας και κατακόρυφα ως προς αυτήν, αναπαριστώντας πρωτεύοντα και δευτερεύοντα σεισμικά κύματα!
5. Παρατηρήστε την καταγραφή της έντασης του σεισμού από την εφαρμογή. Συλλέξτε μετρήσεις από δονήσεις διαφορετικής διάρκειας, συχνότητας και έντασης.



## Εκτέλεση δραστηριότητας

6. Παρατηρήστε τη συμπεριφορά των κτιρίων σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά των δονήσεων που καταγράφετε. Τι σχέση έχουν παράγοντες όπως το ύψος των κατασκευών με την αντοχή τους στις ταλαντώσεις;
7. Προσαρμόστε τις κατασκευές σας για να αυξήσετε την αντοχή των κτιρίων.
8. Τι παρατηρείτε; Τι επιπτώσεις έχει η αύξηση του ύψους μιας κατασκευής για την συμπεριφορά της; Εάν έχετε συνδυάσει διαφορετικές κατασκευές, ποιά από αυτές παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στις δονήσεις; Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό; Δοκιμάστε διαφορετικές τεχνικές κατασκευής για να αυξήσετε την αντοχή του κτιρίου σας στους σεισμούς!

## Πηγές

Εκπαιδευτικός οδηγός STEMpowering Youth (Έκδοση 2017, STEM Edition).

Βίντεο:

Earthquake Shake Table Rocks Buildings, Discovery Channel:

<https://www.youtube.com/watch?v=duzcOkzwpDo> (ανακτήθηκε 21/03/2019)

World's Largest Earthquake Test:

<https://www.youtube.com/watch?v=9X-js9qXSME> (ανακτήθηκε 21/03/2019)

Ιστοσελίδα Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ):

<http://www.oasp.gr/> (ανακτήθηκε 21/03/2019)

Ιστοσελίδα Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών:

<http://www.gein.noa.gr/el/> (ανακτήθηκε 21/03/2019)



## Πηγές εικόνων

**Εικόνα 1:** Image credit: 2<sup>ος</sup> κύκλος STEMpowering Youth

**Εικόνα 2:** Image credit: Γιάννης Παπαδάκης STEMpowering Youth

**Εικόνα 3:** Image credit: 2<sup>ος</sup> κύκλος , STEMpowering Youth

**Εικόνα 4:** Image credit: Γιάννης Παπαδάκης, STEMpowering Youth

## Σημείωση

Το υλικό πνευματικής ιδιοκτησίας τρίτων σημειώνεται ρητά και διανέμεται με τους όρους που καθορίζονται από την άδεια χρήσης αυτού. Η χρήση στον παρόντα οδηγό γίνεται για εκπαιδευτική μη εμπορική χρήση.