

STEM education
ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ROBOTICS, SCIENCE, TECHNOLOGY & MATHEMATICS



ICARUS
NEXTGEN CHALLENGE

Πανελλήνιος διαγωνισμός 2027
Από την Ανθρώπινη στη Τεχνητή Νοημοσύνη
STEMATHLON Icarus NextGen Challenge



Πίνακας περιεχομένων

Σύνοψη **3**

Α. Περιγραφή 5
Β. Η πρόκληση 7
Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master) 7
Υποκατηγορία Α1 Elementary (Entry Level) 7
Υποκατηγορία Α2 Advanced (Pro Level) 8
Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab) 9
Γ. Συμμετέχοντες & Ομάδες 10
Δ. Υλικά και Εξοπλισμός 12
Ε. Προδιαγραφές 13
Ζ. Παραδοτέα 15
Η. Αξιολόγηση 16
Θ. Κατάταξη ομάδων 18
Ι. Πεδίο/τερέν/πίστα/στίβος 19
Χρήση και διαστάσεις 19
Χωροταξία (ενδεικτική) 19
Ενδεικτική ρεαλιστική απεικόνιση 19
Υλικά για τις δοκιμασίες 23
Κ. Τεχνικές προδιαγραφές και κανόνες ασφαλείας 24
Λ. Υλικό 26
Μ. STEM Σύνδεση μαθημάτων 29
Ν. Νομικό πλαίσιο 30
Ξ. Άδεια χρήσης και πνευματικά δικαιώματα 31

Σύνοψη

Ο διαγωνισμός **Icarus NextGen Challenge** αποτελεί μια πρωτοποριακή δράση STEM που συνδυάζει την αεροναυπηγική, την εφαρμοσμένη πληροφορική και τις φυσικές επιστήμες. Μέσω της φιλοσοφίας της «μάθησης μέσω πράξης» (Learning by Doing), οι μαθητές μετατρέπονται από παθητικούς χρήστες σε δημιουργικούς επιλυτές προβλημάτων, καλλιεργώντας παράλληλα κρίσιμες δεξιότητες του 21ου αιώνα (Critical thinking, Collaboration, Communication, Creativity).

.

1. Κατηγορίες Διαγωνισμού & Προκλήσεις

Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

- **Υποκατηγορία Α1 Elementary (Entry Level):** Εξοικείωση με τις βασικές αρχές πτήσης, τις τέσσερις δυνάμεις (Lift, Weight, Thrust, Drag) και τον χειρισμό. Περιλαμβάνει διέλευση τούνελ, κάθετους δακτυλίους και προσγείωση ακριβείας.

- **Υποκατηγορία Α2 Advanced (Pro Level):** Σύνθετες αποστολές με ενσωμάτωση AI, κάμερας και προγραμματισμού (Python / Block-based). Περιλαμβάνει οπές ακριβείας, σπειροειδή άνοδο και αναγνώριση οπτικών δεικτών (QR/Color Markers).

Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab - Γυμνάσιο/Λύκειο)

Εστιάζει στη μηχανική, την ηλεκτρολογία και τον αυτοματισμό. Περιλαμβάνει τρία στάδια:

1. *Hardware Assembly* (σκελετός, κινητήρες CW/CCW, ηλεκτρολογική συνδεσμολογία).
2. *Pre-Flight & Fail-Safe Setup* (βαθμονόμηση IMU, προγραμματισμός αλγορίθμου ασφαλείας Crash Detection).
3. *Flight Readiness & Hovering Check* (κάθετη απογείωση 1 μέτρου, αιώρηση 5 δευτερολέπτων και προσγείωση ακριβείας).

Προσοχή:

1. *Η κατασκευή δεν θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα αποσυναρμολόγησης και επανασυναρμολόγησης κάποιου έτοιμου Drone του εμπορίου.*
2. *Μετά τη συναρμολόγησή της θα πρέπει να χωρά σε ένα κουτί βάσης 25 Χ 20 εκατοστών και ύψους 10 εκατοστών,*
3. *Ιδιαίτερη βαρύτητα στην αξιολόγηση λαμβάνει η δημιουργία από τους μαθητές/τριες του σασί ή άλλου κινητού μέρους όπως οι προπέλες (πχ. εκτύπωση από 3D printer) η οποία τεκμαίρεται από την προσκόμιση των αντίστοιχων σχεδίων στην επιτροπή (Κριτές)*

2. Ομάδες, Εξοπλισμός και Προδιαγραφές

- **Ομάδες και Ρόλοι:** Απαιτείται στενός καταμερισμός ρόλων (Πιλότος, Παρατηρητής/Navigator, Προγραμματιστής, Υπεύθυνος Ασφαλείας/Τηλεμετρίας).
- **Εξοπλισμός:** Χρησιμοποιούνται πιστοποιημένα μοντέλα (Gigo Drone 2.0, Litebee Wing, DJI Tello) ή τυποποιημένα εκπαιδευτικά κιτ για την Κατηγορία Β.
- **Βασικές προδιαγραφές:** Υποχρεωτική χρήση προστατευτικών ελίκων (Propeller Guards), τήρηση εργοστασιακών διαμορφώσεων/διαστάσεων, αυστηρός έλεγχος τεχνικής συμμόρφωσης (Tech Check) πριν από την είσοδο στον αγωνιστικό χώρο και ασφαλής διαχείριση μπαταριών LiPo.

3. Παραδοτέα, Αξιολόγηση και Κατάταξη

- **Παραδοτέα:** Περιλαμβάνουν την επιτυχή πτητική εκτέλεση, αρχεία κώδικα/τηλεμετρίας (.CSV), φύλλα καταγραφής και το πλήρως συναρμολογημένο, λειτουργικό drone για τη Β' κατηγορία.
- **Αξιολόγηση:** Βασίζεται σε ρουμπρίκες μέγιστης βαθμολογίας 200 βαθμών (με επιμέρους κριτήρια στην πτητική εκτέλεση, την τεχνολογία/προγραμματισμό, τη μηχανική συναρμολόγηση και την ομαδικότητα).
- **Κατάταξη:** Η τελική βαθμολογία αναδεικνύει τους νικητές, απονέμοντας διακρίσεις στη Χρυσή (Gold), Ασημένια (Silver) και Χάλκινη (Bronze) Ζώνη Επιδόσεων.

Κατηγορία διαγωνισμού:

Κατηγορία Α:
Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)
(Υποκατηγορίες Elementary, Advanced)

Κατηγορία Β:
Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Τίτλος διαγωνισμού: **Icarus NextGen Challenge**

Έκδοση: Version 1.4

Υπεύθυνος κατηγορίας: Βασίλης Οικονόμου

A. Περιγραφή

Κατηγορία Α:
Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

Η κατηγορία αυτή εστιάζει στην ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης, των χειρωνακτικών δεξιοτήτων και της κατανόησης φυσικών και μαθηματικών μεγεθών υπό πραγματικές συνθήκες πτήσης. Χωρίζεται σε δύο διακριτές υποκατηγορίες ανάλογα με το γνωστικό επίπεδο την υλικία και τον εξοπλισμό.

Υποκατηγορία Α1 Elementary (Entry Level)

- **Στόχος:** Η εξοικείωση των μαθητών Δημοτικού (Δ'-ΣΤ') με τις βασικές αρχές πτήσης, την ισορροπία των δυνάμεων και τον χειρισμό μέσω τηλεμετρίας.
- **Διάσταση Φυσικής και Μαθηματικών:**
  - *Φυσική Πτήσης:* Κατανόηση των τεσσάρων βασικών δυνάμεων (Lift, Weight, Thrust, Drag). Οι μαθητές παρατηρούν τις μεταβολές στις τιμές του επιταχυνσιόμετρου και της αδρανειακής μονάδας μέτρησης (IMU) μετακινώντας το drone με το χέρι πριν την απογείωση, κατανοώντας τις κλίσεις Pitch και Roll.
  - *Μαθηματικά:* Υπολογισμός αποστάσεων, τήρηση ορίων καρτεσιανού επιπέδου (x,y) στην πίστα συγκεκριμένων διαστάσεων.

Υποκατηγορία Α2 Advanced (Pro Level)

- **Στόχος**: Η εκτέλεση σύνθετων αποστολών ακριβείας κατά την πτήση για τους μαθητές του Γυμνασίου, η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης (AI), η χρήση κάμερας και ο προηγμένος προγραμματισμός σε Python / Block-based περιβάλλοντα.
- **Διάσταση Φυσικής και Μαθηματικών:**
  - *Φυσική και Υπολογιστική Όραση:* Πώς το μέγεθος ενός αντικειμένου στην οθόνη μεταφράζεται σε απόσταση από το drone. Διαχείριση κέντρου βάρους και επίδραση πρόσθετου βάρους (Thrust και κατανάλωση ενέργειας).
  - *Μαθηματικά:* Εφαρμογή Πυθαγορείου Θεωρήματος για διαγώνιες διαδρομές d=x2+y2, υπολογισμός γωνιών περιστροφής στον άξονα Yaw και ανάλυση αρχείων τηλεμετρίας

Κατηγορία Β:
Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

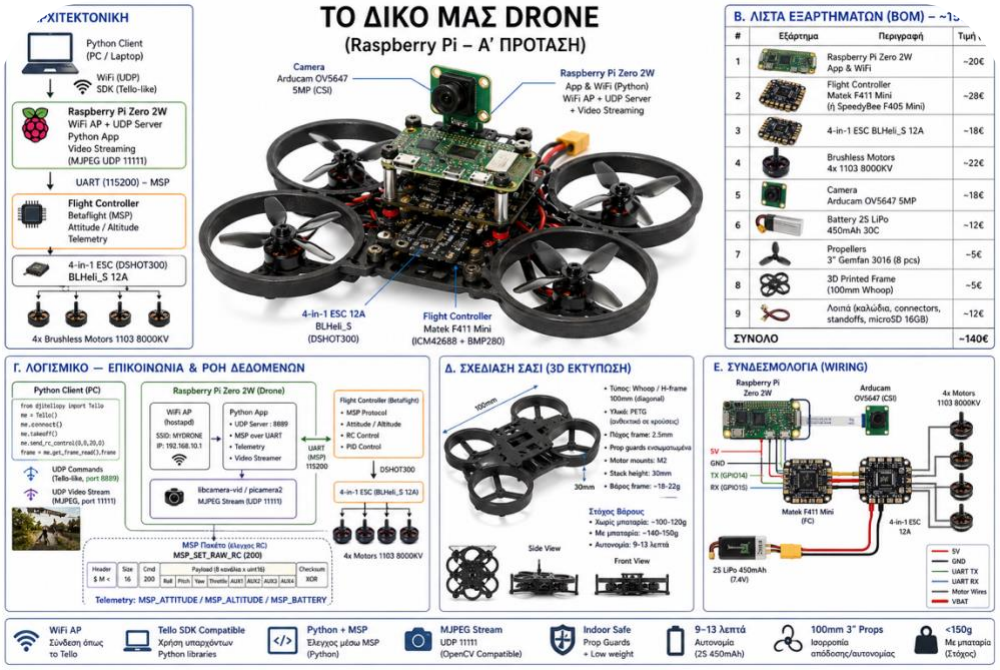
Φιλοσοφία και στόχος της πρόκλησης:
Η κατηγορία αυτή εστιάζει στη μηχανική, την ηλεκτρολογία και τον έλεγχο ορθής λειτουργίας των συστημάτων, αποτελώντας τον θεμέλιο λίθο της πρακτικής μηχανικής. Αποτελεί την καρδιά της εφαρμοσμένης μηχανικής, της ηλεκτρολογίας και του αυτοματισμού στη διοργάνωση, θέτοντας τον θεμέλιο λίθο της πρακτικής τεχνολογίας STEM. Οι μαθητές μετατρέπονται σε πραγματικούς μηχανικούς αεροναυπηγικής (Aeronautical Engineers), καλούμενοι να κατανοήσουν σε βάθος την αρχιτεκτονική ενός μη επανδρωμένου αεροσκάφους (UAV), να το συναρμολογήσουν από τα βασικά του δομικά στοιχεία, να προγραμματίσουν τα συστήματα ασφαλείας του και να επαληθεύσουν την πτητική του ετοιμότητα.

Περιγραφή αποστολής:
Οι μαθητές καλούνται να συναρμολογήσουν από το μηδέν ένα εκπαιδευτικό drone, συνδέοντας το hardware, τους κινητήρες, τις καλωδιώσεις και την πλακέτα ελέγχου.

Στάδιο κατασκευής (Hardware Assembly):
Έλεγχος σωστής τοποθέτησης ελίκων (φορά περιστροφής), στερέωση κινητήρων και διασφάλιση της σταθερότητας του σκελετού.

Έλεγχος ορθής λειτουργίας (Pre-flight & Flight Check):

1. *Τηλεμετρία εδάφους:* Έλεγχος απόκρισης αισθητήρων (IMU, επιταχυνσιόμετρο) πριν την πτήση.
2. *Δοκιμή απλής απογείωσης:* Εκτέλεση ελεγχόμενης κάθετης απογείωσης σε ύψος 1 μέτρου, διατήρηση θέσης (Hovering) για 5 δευτερόλεπτα και ομαλή προσγείωση στο κέντρο του Landing Pad.
3. *Έλεγχος ασφάλειας (Fail-safe):* Προγραμματισμός και επαλήθευση του αλγορίθμου Crash Detection, ώστε σε περίπτωση απότομης κλίσης ή πρόσκρουσης οι κινητήρες να απενεργοποιούνται αυτόματα (throttle = 0).





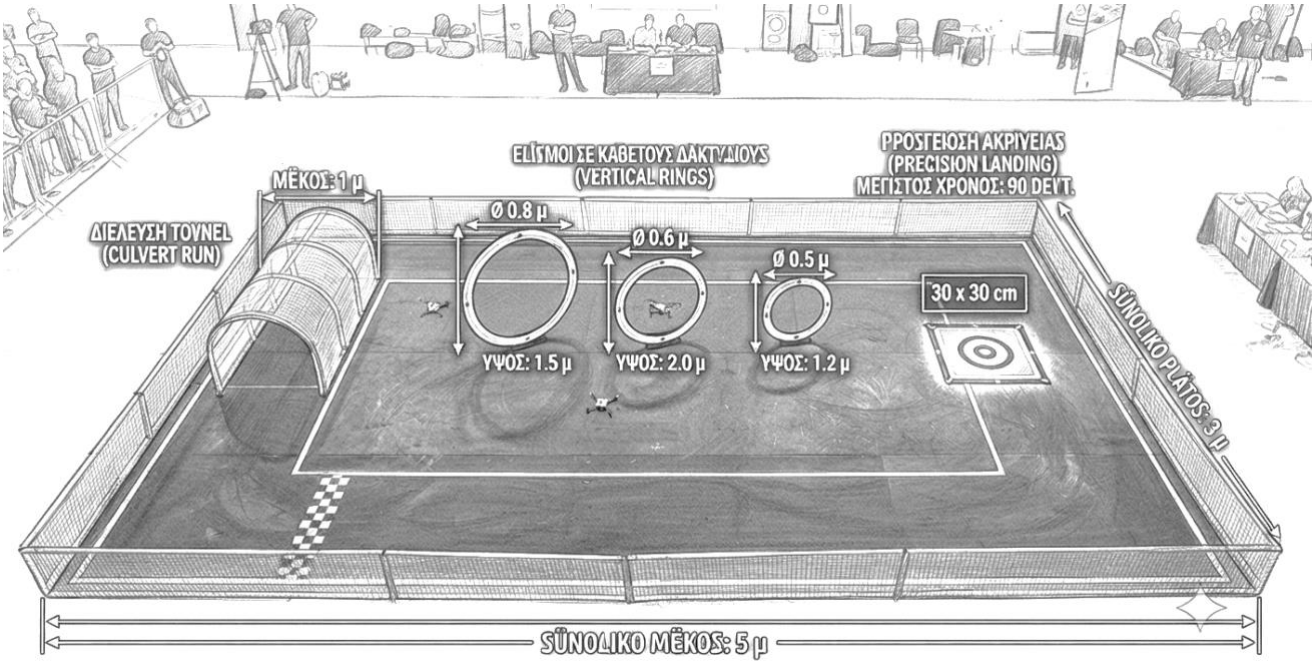
B. Η πρόκληση

Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

Υποκατηγορία Α1 Elementary (Entry Level)

Λεπτομέρειες δοκιμασίας Πίστας με βάση το χρόνο:

- **Διέλευση Τούνελ (Culvert Run):** Το drone πρέπει να διασχίσει ευθύγραμμα ένα αεροδυναμικό τούνελ μήκους 1 μέτρου, απαιτώντας από τον μαθητή σταθερότητα στο γκάζι (Throttle) και ελαχιστοποίηση των πλευρικών αποκλίσεων.
- **Ελιγμοί σε κάθετους δακτυλίους (Vertical Rings):** Διέλευση διαδοχικά από τρεις κρεμαστούς κύκλους διαφορετικού ύψους. Ο χειριστής εκπαιδεύεται στην εναλλαγή κίνησης καθόδου-ανόδου συνδυάζοντας ταυτόχρονα τα joysticks Pitch και Throttle.
- **Προσγείωση ακριβείας (Precision Landing):** Ολοκλήρωση της διαδρομής με προσγείωση ακριβείας πάνω σε ειδικό τετράγωνο στόχο (Landing Pad) διαστάσεων 30×30 cm, με μέγιστο επιτρεπόμενο χρόνο ολοκλήρωσης δοκιμασίας τα 90 δευτερόλεπτα.

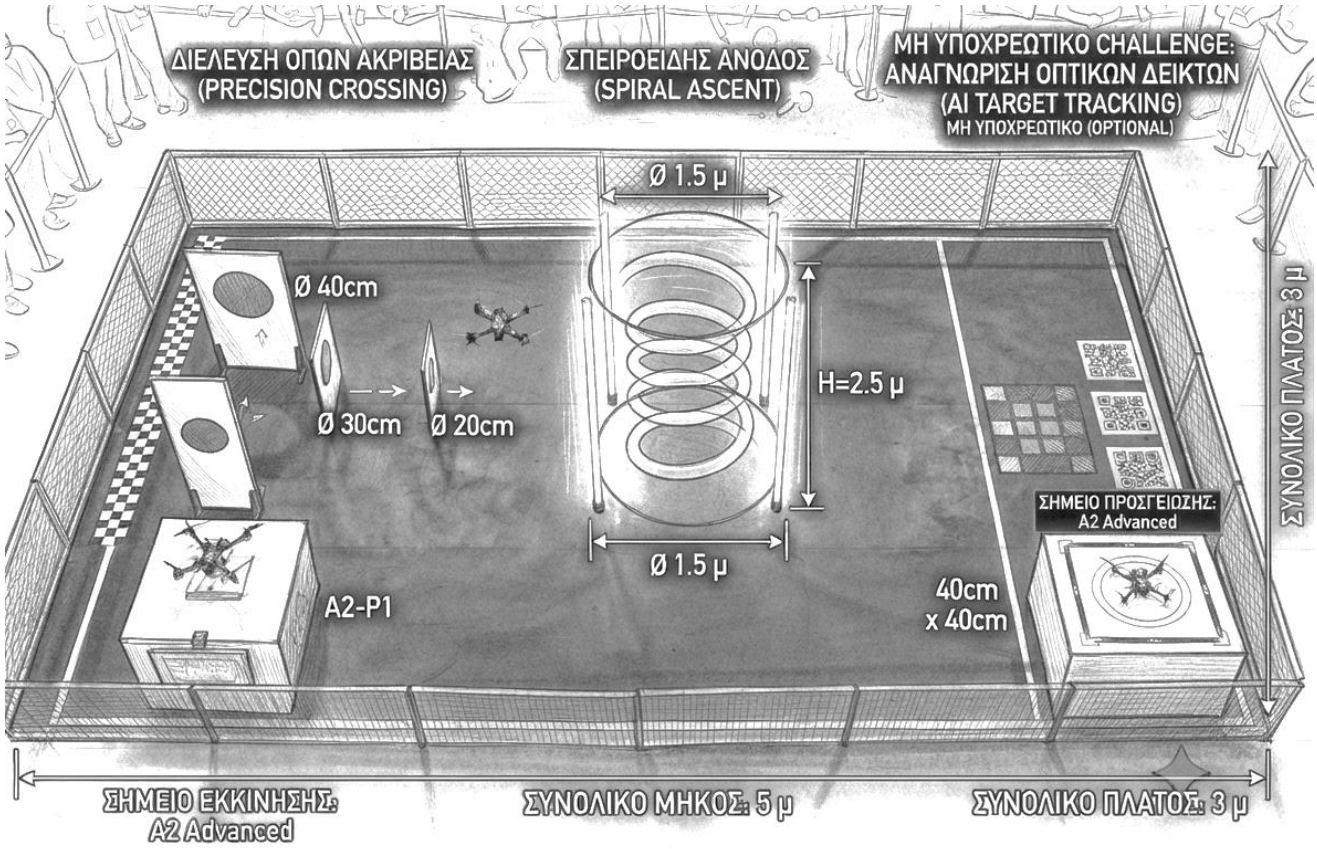


Ενδεικτική διάταξη πίστας

Υποκατηγορία A2 Advanced (Pro Level)

Λεπτομέρειες δοκιμασίας Πίστας με βάση το χρόνο:

- **Διέλευση οπών ακριβείας (Precision Crossing):** Το drone καλείται να περάσει αυτόνομα ή ημι-αυτόνομα μέσα από διαδοχικά στενές οπές φθίνουσας διαμέτρου (Φ40cm→Φ30cm→Φ20cm), δοκιμάζοντας τα όρια της οπτικής αντίληψης και της ακρίβειας απόκρισης.
- **Σπειροειδής άνοδος (Spiral Ascent):** Εκτέλεση ελεγχόμενης περιστροφής γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα (Yaw rotation) συνδυασμένη με σταθερή ανοδική κίνηση, σχηματίζοντας έλικα εντός καθορισμένου κυλινδρικού ορίου, μέσω προγραμματισμού.
- **Μη υποχρεωτικό Challenge: Αναγνώριση οπτικών δεικτών (AI Target Tracking):** Αυτόνομη αναγνώριση και stop-over μπροστά από οπτικούς δείκτες (QR Codes / Color Markers) με χρήση της κάμερας του drone, ενεργοποιώντας αυτοματοποιημένες ενέργειες αντίδρασης (π.χ. αλλαγή πορείας, λήψη εικονικής φωτογραφίας).



Ενδεικτική διάταξη πίστας

Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Αναλυτική περιγραφή αποστολής και στάδια δοκιμασίας
Η αποστολή των ομάδων χωρίζεται σε τρία (3) αλληλένδετα και υποχρεωτικά στάδια:

Στάδιο 1: Μηχανική συναρμολόγηση και Ηλεκτρονική συνδεσμολογία (Hardware Assembly)
Οι μαθητές και οι μαθήτριες προσέρχονται έχοντας μαζί τους το εκπαιδευτικό τους drone σε αποσυναρμολογημένη μορφή. Στη διάρκεια μίας (1) ώρας και ενώπιον κριτικής επιτροπής, καλούνται να το συναρμολογήσουν πλήρως από τα βασικά του μέρη (σασί, πλακέτες/επεξεργαστές, κινητήρες, προπέλες, μπαταρία κ.λπ.).

- **Δομική σταθερότητα σκελετού:** Συναρμολόγηση του πλαισίου (frame), διασφαλίζοντας τη γεωμετρική συμμετρία, την ακαμψία και τη σωστή κατανομή του κέντρου βάρους.
- **Εγκατάσταση κινητήρων και ελίκων:** Τοποθέτηση των κινητήρων και αυστηρός έλεγχος της ορθής φοράς περιστροφής των ελίκων (δεξιόστροφη - CW / αριστερόστροφη - CCW) για τη διασφάλιση της απαραίτητης άνωσης.
- **Ηλεκτρολογική συνδεσμολογία:** Σύνδεση της πλακέτας ελέγχου (Flight Controller), των καλωδιώσεων τροφοδοσίας, των ελεγκτών ταχύτητας (ESCs) και της μπαταρίας, εφαρμόζοντας κανόνες ασφαλούς διαχείρισης καλωδίων (cable management).

Στάδιο 2: Τηλεμετρία εδάφους και προγραμματισμός Ασφαλείας (Pre-Flight & Fail-Safe Setup)
Πριν από την πρώτη απογείωση, η ομάδα εκτελεί ψηφιακούς και αλγοριθμικούς ελέγχους:

- **Έλεγχος τηλεμετρίας εδάφους (Ground Telemetry Check):** Βαθμονόμηση (calibration) και έλεγχος της ορθής απόκρισης των αισθητήρων της Αδρανειακής Μονάδας Μέτρησης (IMU) και του επιταχυνσιόμετρου, επιβεβαιώνοντας τη σωστή ανάγνωση των αξόνων κλίσης (Pitch, Roll, Yaw).
- **Προγραμματισμός αλγορίθμου ασφαλείας (Fail-Safe / Crash Detection):** Συγγραφή, μεταφόρτωση και δοκιμή κώδικα αυτόματης προστασίας. Ο αλγόριθμος πρέπει να ανιχνεύει αυτόματα τυχόν απότομη κλίση ή πρόσκρουση και να απενεργοποιεί ακαριαία τους κινητήρες (throttle = 0), αποτρέποντας ατυχήματα ή βλάβες.

Στάδιο 3: Δοκιμασία πτητικής ετοιμότητας (Flight Readiness & Hovering Check)
Η ολοκλήρωση της κατασκευής σφραγίζεται με την πρακτική δοκιμή στον αέρα:

- **Ελεγχόμενη κάθετη απογείωση:** Εκτέλεση ομαλής απογείωσης έως το σταθερό ύψος του 1 μέτρου.
- **Διατήρηση θέσης (Hovering Test):** Αυτόνομη ή χειροκίνητη διατήρηση σταθερής αιώρησης στο καθορισμένο ύψος για τουλάχιστον **5 συνεχόμενα δευτερόλεπτα**, αποδεικνύοντας τη σταθερότητα της κατασκευής και τη σωστή ρύθμιση των αισθητήρων.
- **Προσγείωση ακριβείας:** Εκτέλεση ελεγχόμενης καθόδου και ομαλή προσγείωση στο κέντρο του Landing Pad.

Διάσταση STEM (Μηχανική, Φυσική και Πληροφορική)

- **Μηχανική και Ηλεκτρολογία:** Κατανόηση της συνδεσμολογίας ηλεκτρικών κυκλωμάτων, της μεταφοράς τάσης/ρεύματος, της ακαμψίας υλικών και της ζυγοστάθμισης του κέντρου βάρους.
- **Φυσική:** Εφαρμογή του 3ου Νόμου του Νεύτωνα (Δράση - Αντίδραση) μέσω της αντίθετης περιστροφής των ελίκων (CW/CCW) για την ακύρωση της ροπής στρέψης, καθώς και κατανόηση των δυνάμεων άνωσης και αδράνειας.
- **Πληροφορική και Αυτοματισμοί:** Βρόχοι ανάδρασης αισθητήρων (Feedback Loops), επεξεργασία δεδομένων IMU σε πραγματικό χρόνο και ανάπτυξη αλγορίθμων Fail-Safe.

Προσοχή:

4. *Η κατασκευή δεν θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα αποσυναρμολόγησης και επανασυναρμολόγησης κάποιου έτοιμου Drone του εμπορίου. Αποτελεί πόνημα της Ομάδας με εξαρτήματα της επιλογής της.*
5. *Μετά τη συναρμολόγησή της θα πρέπει να χωρά σε ένα κουτί βάσης 25 Χ 20 εκατοστών και ύψους 10 εκατοστών,*
6. *Ιδιαίτερη βαρύτητα στην αξιολόγηση λαμβάνει η δημιουργία από τους μαθητές/τριες του σασί ή άλλου κινητού μέρους όπως οι προπέλες (πχ. εκτύπωση από 3D printer) η οποία τεκμαίρεται από την προσκόμιση των αντίστοιχων σχεδίων στην επιτροπή (Κριτές)*

Γ. Συμμετέχοντες & Ομάδες

Σύσταση και Ρόλοι Διαγωνιστικών Ομάδων

Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

Η συνεργασία, η επικοινωνία και ο σαφής καταμερισμός αρμοδιοτήτων αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο για την επιτυχή συμμετοχή στο **Flight Arena: Obstacle Challenge**. Κάθε ομάδα πρέπει να λειτουργεί ως μια συνεκτική αεροπορική μονάδα, εφαρμόζοντας τις αρχές του Crew Resource Management (CRM).

Υποκατηγορία Α1 Elementary (Entry Level)

Σύνθεση Ομάδας: 2 έως 3 μαθητές (Δ΄-ΣΤ΄ Δημοτικού)
Στην εισαγωγική αυτή υποκατηγορία, η έμφαση δίνεται στη βασική συνεργασία και στην κατανόηση της πτήσης. Προτείνεται οι μαθητές να εναλλάσσονται στους ρόλους κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας, αλλά κατά τη διαγωνιστική φάση αναλαμβάνουν συγκεκριμένα καθήκοντα:

1. **Πιλότος (Pilot in Command - PIC):** Υπεύθυνος για τον χειρισμό του drone (Gigo Drone 2.0, Litebee Wing ή Tello) μέσω του joystick. Διαχειρίζεται την πτήση με ακρίβεια και εκτελεί τις μανούβρες (διέλευση τούνελ, δακτυλίους).
2. **Παρατηρητής/τρια (Visual Observer / Navigator):** Βρίσκεται σε σημείο που έχει πλήρη οπτική επαφή με την πίστα. Καθοδηγεί φωνητικά τον Πιλότο (π.χ. "πιο ψηλά", "λίγο δεξιά") για την αποφυγή εμποδίων και την ευθυγράμμιση με τους στόχους, υπολογίζοντας οπτικά τις αποστάσεις.
3. **Υπεύθυνος/νη Ασφαλείας & Τηλεμετρίας (Safety & Tech Officer)** ***[Για ομάδες 3 ατόμων]*****:** Ελέγχει την κατάσταση της μπαταρίας πριν την πτήση, επιβεβαιώνει τη σωστή σύνδεση (pairing) του χειριστηρίου με το drone και παρακολουθεί τον χρόνο της δοκιμασίας.

Υποκατηγορία Α2 Advanced (Pro Level)

Σύνθεση Ομάδας: 3 έως 4 μαθητές
Στο προχωρημένο επίπεδο, η πολυπλοκότητα των αποστολών (AI, υπολογιστική όραση, προγραμματισμός) απαιτεί μεγαλύτερη εξειδίκευση και στενότερο συντονισμό, προσομοιάζοντας τις συνθήκες μιας πραγματικής τεχνολογικής αποστολής.

1. **Κυβερνήτης / Πιλότος (Pilot in Command):** Χειρίζεται το drone κατά τις φάσεις της χειροκίνητης πτήσης (εφόσον απαιτείται) και είναι έτοιμος να αναλάβει τον έλεγχο (override) σε περίπτωση αποτυχίας του αυτόνομου συστήματος.
2. **Προγραμματιστής/τρια (Software & AI Engineer):** Υπεύθυνος για τη συγγραφή, τη μεταφόρτωση και την εκτέλεση του κώδικα (Python ή Block-based) για τις αυτόνομες λειτουργίες (αναγνώριση QR/Color Markers). Παρακολουθεί την οθόνη του υπολογιστή για σφάλματα κατά την εκτέλεση της ρουτίνας.
3. **Μηχανικός Δεδομένων (Data / Telemetry Analyst):** Αναλύει σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα από την κάμερα και τους αισθητήρες του drone. Μεταφράζει τις ενδείξεις (π.χ. απόσταση από εμπόδιο βάσει μεγέθους στην οθόνη) και καθοδηγεί τον Πιλότο ή τον Προγραμματιστή για μικρο-διορθώσεις (π.χ. αλλαγή κέντρου βάρους / Thrust).
4. **Υπεύθυνος/η Ασφαλείας & Πίστας (Safety & Recovery Officer)** ***[Για ομάδες 4 ατόμων]*****:** Είναι ο μοναδικός που επιτρέπεται (με άδεια του κριτή) να εισέλθει στην περίφραξη ασφαλείας για την ανάκτηση του drone σε περίπτωση πτώσης ή για την επανατοποθέτησή του. Ελέγχει την ακεραιότητα των προστατευτικών ελίκων.

Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Η επιτυχία στην κατηγορία **Drone Engineering: Assembly and programming Lab** απαιτεί στενή συνεργασία, τεθαμμένη εξειδίκευση και απόλυτο συντονισμό μεταξύ των μελών της ομάδας. Καθώς οι μαθητές καλούνται να διαχειριστούν από μηχανικά μέρη και κυκλώματα μέχρι προγραμματισμό και δοκιμές πτήσης, η κατανομή των ρόλων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ολοκλήρωση των τριών σταδίων της αποστολής.

Σύνθεση Ομάδας

- **Προτεινόμενος αριθμός μελών:** 3 έως 4 μαθητές
- **Ηλικιακό Πλαίσιο / Σχολική Βαθμίδα:** Γυμνάσιο / Λύκειο

Κατανομή ρόλων και αρμοδιοτήτων ανά Μέλος:

1. **Υπεύθυνος/νη Μηχανικής και Συναρμολόγησης (Lead Hardware Engineer):**
   - Αναλαμβάνει το **Στάδιο 1 (Hardware Assembly)**.
   - Είναι υπεύθυνος για τη δομική σταθερότητα του σκελετού, τη γεωμετρική συμμετρία και τη σωστή κατανομή του κέντρου βάρους.
   - Επιβλέπει την τοποθέτηση των κινητήρων και τον αυστηρό έλεγχο της ορθής φοράς περιστροφής των ελίκων (δεξιόστροφη - CW / αριστερόστροφη - CCW).
2. **Υπεύθυνος/νη Ηλεκτρολογικής Συνδεσμολογίας (Electronics & Systems Specialist):**
   - Συνεργάζεται στενά με τον Μηχανικό Hardware στο **Στάδιο 1**.
   - Αναλαμβάνει τη σύνδεση της πλακέτας ελέγχου (Flight Controller), των καλωδιώσεων τροφοδοσίας, των ελεγκτών ταχύτητας (ESCs) και της μπαταρίας, εφαρμόζοντας αυστηρούς κανόνες ασφαλούς διαχείρισης καλωδίων (cable management).
3. **Υπεύθυνος/νη Προγραμματισμού και Τηλεμετρίας (Software & Telemetry Engineer):**
   - Ηγείται του **Σταδίου 2 (Pre-Flight & Fail-Safe Setup)**.
   - Εκτελεί τη βαθμονόμηση (calibration) και τον έλεγχο απόκρισης των αισθητήρων της Αδρανειακής Μονάδας Μέτρησης (IMU) και του επιταχυνσιόμετρου (άξονες Pitch, Roll, Yaw).
   - Γράφει, μεταφορτώνει και δοκιμάζει τον κώδικα αυτόματης προστασίας (Fail-Safe / Crash Detection) για την ακαριαία απενεργοποίηση των κινητήρων σε περίπτωση πρόσκρουσης.
4. **Επικεφαλής δοκιμών και Πτήσης (Chief Flight Test Pilot):**
   - Αναλαμβάνει την ολοκλήρωση στο **Στάδιο 3 (Flight Readiness & Hovering Check)**.
   - Εκτελεί την ελεγχόμενη κάθετη απογείωση, διασφαλίζει τη σταθερή αιώρηση (Hovering) για τουλάχιστον 5 συνεχόμενα δευτερόλεπτα και πραγματοποιεί την ομαλή προσγείωση στο κέντρο του Landing Pad.

Δ. Υλικά και Εξοπλισμός

Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)



Ακολουθούν λίγα λόγια για τον εξοπλισμό και τα χαρακτηριστικά των τριών τύπων drone που χρησιμοποιούνται στην κατηγορία:

- **Gigo Drone 2.0:** Ένα εκπαιδευτικό σύστημα που συνδυάζει τη μηχανική κατασκευή με την τεχνολογία των drones. Δίνει έμφαση στην αρθρωτή δομή, επιτρέποντας στους μαθητές να κατανοήσουν τη φυσική και τη μηχανική συναρμολόγηση των μερών του σκελετού και των κινητήρων, ενισχύοντας την πρακτική μάθηση.
- **Litebee Wing:** Ένα ευέλικτο εκπαιδευτικό drone σχεδιασμένο ειδικά για μαθητές. Προσφέρει ανθεκτική κατασκευή κατάλληλη για σχολικό περιβάλλον, υποστηρίζει προγραμματισμό και βοηθά τους συμμετέχοντες να εξοικειωθούν με τον έλεγχο πτήσης και τη σταθεροποίηση μέσω αισθητήρων.
- **DJI Tello:** Ένα προηγμένο μικρό drone (από τη Ryze Tech σε συνεργασία με τη DJI) που προσφέρει εξαιρετική σταθερότητα χάρη στο λογισμικό της DJI. Διαθέτει ενσωματωμένη κάμερα υψηλής ανάλυσης για λήψη φωτογραφιών/βίντεο και υποστηρίζει πλήρως προγραμματισμό σε Python και Block-based περιβάλλοντα, καθιστώντας το ιδανικό για αποστολές Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) και υπολογιστικής όρασης.

Εκτός των προτεινόμενων μπορεί να αξιοποιηθεί οποιοδήποτε τετρακινητήριο εκπαιδευτικό Drone το οποίο πληροί τις προϋποθέσεις (όπως για παράδειγμα το μέγεθος, προστασία ελίκων, μπαταρίες, κλπ) και τους κανόνες ασφαλείας πτήσης.
Το Joystick θα μπορεί να υλοποιηθεί και στο πληκτρολόγιο του Η/Υ.

Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Τεχνικός Εξοπλισμός και Υλικά (Drone Engineering: Assembly & Programming Lab)

Για την απρόσκοπτη υλοποίηση των τριών σταδίων της κατασκευής και των δοκιμών, κάθε συμμετέχουσα ομάδα προσέρχεται έχοντας μαζί της το εκπαιδευτικό τους drone σε αποσυναρμολογημένη μορφή που περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα δομικά, ηλεκτρονικά και προγραμματιζόμενα μέρη:

- **Πλαίσιο σκελετού (Frame Kit):** Ελαφρύ και ανθεκτικό πλαίσιο πολλαπλών τμημάτων, σχεδιασμένο να προσφέρει γεωμετρική συμμετρία, ακαμψία και βέλτιστη κατανομή βάρους.
- **Σύστημα κίνησης (Motors & Propellers):** Τέσσερις μικροκινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC motors) συνοδευόμενοι από σετ δεξιόστροφων (CW) και αριστερόστροφων (CCW) ελίκων, καθώς και τα απαραίτητα προστατευτικά περιμετρικά πλέγματα (Propeller Guards) για λόγους ασφαλείας.
- **Πλακέτα ελέγχου και ηλεκτρονικά (Flight Controller & ESCs):** Η κεντρική πλακέτα επεξεργασίας πτήσης που ενσωματώνει τους αισθητήρες αδρανειακής μέτρησης (IMU, επιταχυνσιόμετρο), οι ενσωματωμένοι ηλεκτρονικοί ελεγκτές ταχύτητας (ESCs) και οι καλωδιώσεις διαχείρισης ρεύματος (cable management).
- **Σύστημα τροφοδοσίας:** Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες τύπου LiPo ειδικά σχεδιασμένες για το εκπαιδευτικό drone, συνοδευόμενες από τους αντίστοιχους φορτιστές ασφαλείας.
- **Εργαλεία συναρμολόγησης:** Βασικό σετ μικροεργαλείων χειρός (κατσαβίδια ακριβείας, κλειδιά σύσφιξης και δετικά καλωδίων) για τη μηχανική και ηλεκτρολογική ένωση των μερών.

E. Προδιαγραφές

Για να διασφαλιστεί η απόλυτα δίκαιη και ισότιμη διαγωνιστική βάση (fair play) μεταξύ όλων των ομάδων, όλες οι συμμετοχές οφείλουν να συμμορφώνονται αυστηρά με τις ακόλουθες προδιαγραφές υλικού και λογισμικού ανά υποκατηγορία:

Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

1. Κοινοί κανόνες και περιορισμοί εξοπλισμού

- **Εγκεκριμένοι Τύποι Drone:** Επιτρέπεται η χρήση των επίσημα πιστοποιημένων εκπαιδευτικών μοντέλων της διοργάνωσης: **Gigo Drone 2.0**, **Litebee Wing** και **DJI Tello**.
  Εκτός των προτεινόμενων μπορεί να αξιοποιηθεί οποιοδήποτε τετρακινητήριο εκπαιδευτικό Drone το οποίο πληροί τις προϋποθέσεις (όπως για παράδειγμα το μέγεθος, προστασία ελίκων, μπαταρίες, κλπ) και τους κανόνες ασφαλείας πτήσης. Το Joystick θα μπορεί να υλοποιηθεί και στο πληκτρολόγιο του Η/Υ
- **Εργοστασιακή διαμόρφωση (Stock Configuration):** Τα drones πρέπει να διατηρούν τα βασικά εργοστασιακά τους χαρακτηριστικά (μέγεθος, κινητήρες, πλακέτα ελέγχου).
- **Υποχρεωτική προστασία ελίκων (Propeller Guards):** Όλα τα drones, ανεξαρτήτως υποκατηγορίας, είναι **υποχρεωτικό** να φέρουν εργοστασιακά ή πιστοποιημένα προστατευτικά περιμετρικά των ελίκων (guards), προς αποφυγή τραυματισμών και ζημιών στον εξοπλισμό ή την πίστα.
- **Τροφοδοσία και Μπαταρίες:** Επιτρέπονται μόνο οι τυπικές μπαταρίες LiPo που συνοδεύουν τα αντίστοιχα κιτ. Η χρήση τροποποιημένων μπαταριών μεγαλύτερης τάσης ή χωρητικότητας που αυξάνουν τις επιδόσεις του drone πέραν του τυπικού ορίου απαγορεύεται αυστηρά. Η φόρτιση των μπαταριών γίνεται αποκλειστικά στους ειδικά διαμορφωμένους σταθμούς ασφαλείας υπό την επίβλεψη του Safety Officer.

2. Προδιαγραφές ανά Υποκατηγορία

- **Υποκατηγορία Elementary (Entry level):**
  - **Χειρισμός:** Η πτήση πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω των εγκεκριμένων τηλεχειριστηρίων χειρός (joysticks) ή μέσω συμβατής εφαρμογής tablet/smartphone που παρέχεται από τη διοργάνωση ή δηλώνεται εκ των προτέρων.
  - **Επιτρέπεται** η προσθήκη εξωτερικών αισθητήρων, καμερών ή πρόσθετου υλικού (hardware addons) πάνω στο σκελετό.
- **Υποκατηγορία Advanced (Pro level):**
  - **Περιβάλλον Προγραμματισμού:** Ο κώδικας αυτόνομης πλοήγησης και αναγνώρισης οπτικών δεικτών πρέπει να αναπτύσσεται αποκλειστικά σε υποστηριζόμενες γλώσσες ή πλατφόρμες (Python, επίσημα Block-based περιβάλλοντα συμβατά με τα DJI Tello / Litebee / Gigo).
  - **Χρήση Κάμερας:** Επιτρέπεται η αξιοποίηση της ενσωματωμένης ή της πρόσθετης κάμερας του drone για τις αποστολές υπολογιστικής όρασης (Computer Vision / QR & Color Marker Tracking).

3. Έλεγχος τεχνικής συμμόρφωσης (Technical Inspection / Tech Check)

- Πριν από την είσοδο στον αγωνιστικό χώρο, κάθε ομάδα περνά από υποχρεωτικό τεχνικό έλεγχο (Tech Check) από την επιτροπή αγώνα απαντώντας σε κάθε ερώτημα των κριτών για το Drone, τα περιφεριακά του, τον κώδικά κ.λπ.
- Ελέγχονται η ακεραιότητα του σκελετού, η σωστή τοποθέτηση των προστατευτικών ελίκων, η ορθότητα των συνδέσεων και η συμμόρφωση του λογισμικού/υλικού.
- Ομάδα της οποίας ο εξοπλισμός δεν πληροί τις προδιαγραφές ασφαλείας ή επιχειρήσει να αγωνιστεί με μη εγκεκριμένες παρεμβάσεις δεν θα της επιτραπεί η εκκίνηση έως ότου αποκατασταθεί η πλήρης συμμόρφωση.

Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Τεχνικές Προδιαγραφές & Κανόνες Συμμόρφωσης (Drone Engineering)

1. Προδιαγραφές Υλικού & Κατασκευής (Hardware Standards)

- **Μέγεθος – Διαστάσεις**: Δεν πρέπει να ξεπερνά το 25 cm μήκος, 20cm πλάτος και 10 cm ύψος
- **Γεωμετρική συμμετρία και δομική ακεραιότητα:** Το πλαίσιο (frame) πρέπει να συναρμολογηθεί τηρώντας απόλυτα τη γεωμετρική συμμετρία. Το κέντρο βάρους πρέπει να βρίσκεται ακριβώς στο κεντρικό σημείο αναφοράς του drone, ώστε να αποφεύγονται ασυμμετρίες στην ώθηση (thrust).
- **Ορθή φορά περιστροφής ελίκων:** Οι έλικες διακρίνονται σε δεξιόστροφες (CW) και αριστερόστροφες (CCW). Η τοποθέτησή τους στους αντίστοιχους κινητήρες πρέπει να είναι απολύτως ορθή, βάσει των τεχνικών σχεδίων του κατασκευαστή, για να διασφαλίζεται η σωστή άνωση (lift) και η ακύρωση της ροπής στρέψης (3ος Νόμος του Νεύτωνα).
- **Υποχρεωτική ασφάλεια ελίκων (Propeller Guards):** Είναι **υποχρεωτική** η τοποθέτηση των περιμετρικών προστατευτικών πλεγμάτων (guards) γύρω από τους έλικες, προς αποφυγή τραυματισμών και φθορών.

2. Προδιαγραφές Λογισμικού και Τηλεμετρίας (Software & Telemetry Standards)

- **Βαθμονόμηση Αισθητήρων (IMU Calibration):** Πριν από την πτήση, η πλακέτα ελέγχου (Flight Controller) πρέπει να έχει περάσει επιτυχώς από διαδικασία calibration, ώστε οι τιμές του επιταχυνσιόμετρου και των αξόνων κλίσης (Pitch, Roll, Yaw) να ανταποκρίνονται με ακρίβεια στην πραγματικότητα.
- **Λειτουργία Ασφαλείας (Fail-Safe / Crash Detection):** Ο αλγόριθμος αυτόματης προστασίας είναι υποχρεωτικό να έχει προγραμματιστεί και δοκιμαστεί. Σε περίπτωση απότομης κλίσης, υπέρβασης ορίων ή πρόσκρουσης, το σύστημα πρέπει να διακόπτει ακαριαία την τροφοδοσία των κινητήρων (throttle = 0).

3. Πτητικές προδιαγραφές Δοκιμασίας (Flight Check Standards)

- **Ύψος και σταθερότητα αιώρησης (Hovering):** Κατά τη δοκιμή πτητικής ετοιμότητας (Στάδιο 3), το drone πρέπει να εκτελέσει καθαρή κάθετη απογείωση, να φτάσει σταθερά στο ύψος του **1 μέτρου** και να διατηρήσει αμετάκλητη θέση (hovering) χωρίς αποκλίσεις για τουλάχιστον **5 συνεχόμενα δευτερόλεπτα**.
- **Προσγείωση ακριβείας:** Η δοκιμή ολοκληρώνεται με ομαλή κάθοδο και προσγείωση ακριβώς στο κέντρο του προβλεπόμενου τετραγώνου (Landing Pad).

4. Έλεγχος Συμμόρφωσης (Tech Inspection)

- Πριν από την τελική αξιολόγηση και τη δοκιμή πτήσης, κάθε ομάδα υποβάλλει το κατασκευασμένο drone της σε τεχνικό έλεγχο (Tech Check) από την κριτική επιτροπή, προκειμένου να επαληθευτεί η ορθότητα της συνδεσμολογίας (cable management), η λειτουργία των αισθητήρων και η τήρηση όλων των κανόνων ασφαλείας

Προσοχή:

1. *Η κατασκευή δεν θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα αποσυναρμολόγησης και επανασυναρμολόγησης κάποιου έτοιμου Drone του εμπορίου. Αποτελεί πόνημα της Ομάδας με εξαρτήματα της επιλογής της.*
2. *Μετά τη συναρμολόγησή της θα πρέπει να χωρά σε ένα κουτί βάσης 25 Χ 20 εκατοστών και ύψους 10 εκατοστών,*
3. *Ιδιαίτερη βαρύτητα στην αξιολόγηση λαμβάνει η δημιουργία από τους μαθητές/τριες του σασί ή άλλου κινητού μέρους όπως οι προπέλες (πχ. εκτύπωση από 3D printer) η οποία τεκμαίρεται από την προσκόμιση των αντίστοιχων σχεδίων στην επιτροπή (Κριτές).*

Z. Παραδοτέα

Κατηγορία Α: Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

Υποκατηγορία Α1 Elementary (Entry Level)

Στην εισαγωγική αυτή υποκατηγορία, τα παραδοτέα είναι κυρίως πρακτικά και αφορούν την επιτυχή εκτέλεση της πίστας υπό χρονικό περιορισμό:

- **Επιτυχημένη ολοκλήρωση διαδρομής (Flight Completion):** Η έγκαιρη και ασφαλής διέλευση από τα εμπόδια (τούνελ, κάθετους δακτυλίους) χωρίς απώλειες ή καταστροφές εξοπλισμού.
- **Προσγείωση ακριβείας (Landing Pad Score):** Η σταθερή και ακριβής καθοδήγηση του drone ώστε να προσγειωθεί ακριβώς στο κέντρο του προβλεπόμενου τετραγώνου.
- **Φύλλο Καταγραφής Τηλεμετρίας και Παρατηρήσεων:** Ένα σύντομο συνοδευτικό έντυπο όπου η ομάδα καταγράφει τις παρατηρήσεις της σχετικά με τις δυνάμεις (Lift, Weight, Thrust, Drag) και τις κλίσεις (Pitch, Roll) που παρατήρησαν κατά τους χειρισμούς.

Υποκατηγορία Α2 Advanced (Pro Level)

Στο προχωρημένο επίπεδο, τα παραδοτέα περιλαμβάνουν τόσο την πτητική απόδοση όσο και ψηφιακά τεχνικά στοιχεία:

- **Αυτόνομη / Ημι-αυτόνομη Εκτέλεση Αποστολής:** Η επιτυχής πλοήγηση μέσα από τις οπές ακριβείας (Φ40,Φ30,Φ20cm) και η εκτέλεση της σπειροειδούς ανόδου.
- **Αρχείο κώδικα (Python ή Οποιαδήποτε οπτικοποιημένη γλώσσα προγραμματισμού Block-based Script):** Το τελικό αρχείο προγραμματισμού που ανέπτυξε η ομάδα για την αυτόνομη αναγνώριση οπτικών δεικτών (QR Codes / Color Markers) και την αντίδραση του drone σε αυτούς.
- **Ανάλυση Δεδομένων Τηλεμετρίας (.CSV):** Τα αποθηκευμένα αρχεία καταγραφής πτήσης, συνοδευόμενα από μια σύντομη τεχνική αναφορά όπου η ομάδα εφαρμόζει το Πυθαγόρειο Θεώρημα και αναλύει τις γωνίες περιστροφής (Yaw).

Κατηγορία Β: Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Φυσικό παραδοτέο (Hardware Assembly): Το πλήρως συναρμολογημένο (στο χώρο του διαγωνισμού παρουσία κριτών) και λειτουργικό εκπαιδευτικό drone, το οποίο διαθέτει σωστή γεωμετρική συμμετρία σκελετού, ορθή τοποθέτηση κινητήρων και ελίκων (CW/CCW), ασφαλή ηλεκτρολογική συνδεσμολογία (cable management) και υποχρεωτικά προστατευτικά πλέγματα (Propeller Guards).

Τεχνικό και Αλγοριθμικό Παραδοτέο (Pre-Flight & Fail-Safe Setup): Ο επιτυχημένος έλεγχος τηλεμετρίας εδάφους (calibration αισθητήρων IMU και επιταχυνσιόμετρου για τους άξονες Pitch, Roll, Yaw) και η μεταφόρτωση/επαλήθευση του κώδικα ασφαλείας (Crash Detection) που διακόπτει ακαριαία τους κινητήρες σε περίπτωση πρόσκρουσης (throttle = 0).

Πρακτικό Παραδοτέο / Δοκιμή Πτήσης (Flight Readiness & Hovering Check): Η επιτυχής ολοκλήρωση της δοκιμασίας στον αέρα, η οποία περιλαμβάνει καθαρή κάθετη απογείωση, σταθερή αιώρηση (Hovering) στο ύψος του 1 μέτρου για τουλάχιστον 5 συνεχόμενα δευτερόλεπτα και ομαλή προσγείωση στο κέντρο του Landing Pad.

H. Αξιολόγηση

Κατηγορία Α:
Ειδικοί πτήσης Drone (Drone flight master)

Ακολουθεί η **Ρουμπρίκα Αξιολόγησης** , απόλυτα εναρμονισμένη με τις απαιτήσεις, τα παραδοτέα, την τεχνολογία και τις πτητικές αποστολές των δύο υποκατηγοριών (Elementary & Advanced):

Κάθε ομάδα με το έργο της αξιολογείται ώστε να προκύψει αφετέρου η τελική κατάταξη και αφετέρου να λάβει ανατροφοδότηση για περαιτέρω βελτίωσή του. Η αξιολόγηση αυτή βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια όπως φαίνεται στον πίνακα παρακάτω.

Κριτήρια	**Μεγ. βαθμολογία**
Πτητική Εκτέλεση & Ακρίβεια	
Ολοκλήρωση διαδρομής εμποδίων (τούνελ, δακτύλιοι / οπές ακριβείας)	25
Ακρίβεια ελιγμών και ομαλότητα πτήσης	25
Προσγείωση ακριβείας (Landing Pad)	20
Χρόνος ολοκλήρωσης αποστολής (Time bonus / efficiency)	10
Σύνολο	**80**
Τεχνολογία, Προγραμματισμός & Δεδομένα	
Λειτουργία και έλεγχος συστημάτων (Hardware & Pre-flight check)	25
Ποιότητα κώδικα / χειρισμού (Αυτόνομες ρουτίνες AI ή τηλεμετρία)	25
Αξιοποίηση αισθητήρων, κάμερας και οπτικών δεικτών (QR/Markers)	15
Συλλογή, επεξεργασία δεδομένων και ανάλυση τηλεμετρίας (.CSV / Φυσική & Μαθηματικά)	15
Σύνολο	**80**
Παρουσίαση, Κατανόηση & Ομαδικό Πνεύμα	
Παρουσίαση αποστολής και τεκμηρίωση παραδοτέων	15
Τεχνική κατανόηση αρχών πτήσης (δυνάμεις, άξονες Pitch/Roll/Yaw)	15
Ομαδικό πνεύμα, καταμερισμός ρόλων (Crew Resource Management) & ασφάλεια	10
Σύνολο	**40**
Μέγιστη Συνολική Βαθμολογία	**120/200**

Αν και δεν είναι επιθυμητή η εφαρμογή ποινών σε ομάδες, η μη εφαρμογή των κανόνων και κανονισμών της διοργάνωσης (όπως η έλλειψη προστατευτικών ελίκων, η υπέρβαση ορίων ασφαλείας ή η μη τήρηση του τεχνικού ελέγχου) μπορεί να επιφέρει αφαίρεση βαθμών ή ακόμη και αποκλεισμό της ομάδας από τη διαγωνιστική διαδικασία.

Κατηγορία Β:
Εργαστήριο μηχανικής Drone (Drone Engineering Lab)

Κάθε ομάδα με το έργο της αξιολογείται ώστε να προκύψει η τελική κατάταξη και να λάβει πολύτιμη ανατροφοδότηση για τη βελτίωση των τεχνικών της δεξιοτήτων. Η αξιολόγηση βασίζεται στον παρακάτω πίνακα κριτηρίων:

Κριτήρια Αξιολόγησης	**Μεγ. Βαθμολογία**
Μηχανική & Ηλεκτρονική Συναρμολόγηση (Hardware Assembly)	
Διαστάσεις και Δομική σταθερότητα σκελετού, γεωμετρική συμμετρία και κατανομή κέντρου βάρους	15
Ιδιοκατασκευές μερών κατασκευής (σασί, προπέλες κ.λπ) *Απαραίτητη προσκόμιση σχεδίων που τεκμηριώνουν την ιδιοκατασκευή του σασί ή άλλων κινητών μερών της κατασκευής*	25
Ορθή τοποθέτηση κινητήρων και έλεγχος φοράς περιστροφής ελίκων (CW/CCW)	10
Ασφαλής ηλεκτρολογική συνδεσμολογία και διαχείριση καλωδίων (Cable Management)	10
Τοποθέτηση και ακεραιότητα υποχρεωτικών προστατευτικών ελίκων (Propeller Guards)	15
Σύνολο	**70**
Τηλεμετρία, Αισθητήρες & Προγραμματισμός Ασφάλειας	
Βαθμονόμηση (Calibration) αισθητήρων IMU και επιταχυνσιόμετρου (Pitch, Roll, Yaw)	25
Συγγραφή, μεταφόρτωση και ορθή λειτουργία αλγορίθμου Fail-Safe / Crash Detection	35
Σύνολο	**60**
Δοκιμή Πτητικής Ετοιμότητας (Flight Readiness & Hovering)	
Εκτέλεση ελεγχόμενης κάθετης απογείωσης έως το ύψος του 1 μέτρου	15
Σταθερή αιώρηση (Hovering Test) χωρίς αποκλίσεις για τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα	25
Ομαλή προσγείωση ακριβείας στο κέντρο του Landing Pad	15
Σύνολο	**55**
Τεκμηρίωση, Κατανόηση & Ομαδικό Πνεύμα	
Κατανόηση φυσικών μεγεθών (3ος Νόμος Νεύτωνα, δυνάμεις άνωσης/αδράνειας)	10
Καταμερισμός ρόλων, ομαδική συνεργασία και τήρηση κανόνων ασφαλείας	5
Σύνολο	**15**
Μέγιστη Συνολική Βαθμολογία	**200**

Σημείωση: Η μη τήρηση των βασικών κανόνων ασφαλείας (όπως η απουσία προστατευτικών ελίκων κατά τη δοκιμή ή η αποτυχία ενεργοποίησης του συστήματος Fail-Safe) μπορεί να επιφέρει ποινές αφαίρεσης βαθμών ή αναστολή της δοκιμής πτήσης έως ότου αποκατασταθεί η ασφάλεια του εξοπλισμού.

Θ. Κατάταξη ομάδων

Η τελική κατάταξη των ομάδων, η οποία θα προκύψει από τη συνολική βαθμολογία που συγκέντρωσαν κατά την αξιολόγηση, θα αναδείξει τους κορυφαίους πιλότους και μηχανικούς της χρονιάς. Με βάση την επίδοσή τους, οι ομάδες απονέμονται στις διακεκριμένες βαθμίδες διάκρισης — **Χρυσή (Gold), Ασημένια (Silver) και Χάλκινη (Bronze) Ζώνη Επιδόσεων** —, επιβραβεύοντας όχι μόνο την ταχύτητα και την ακρίβεια στην πίστα, αλλά και την ομαδική συνεργασία, την καινοτομία και την τεχνική αρτιότητα.



Με το πέρας του διαγωνισμού, οι ομάδες θα ανακοινωθούν σύμφωνα με το παραπάνω, ενώ στον ιστότοπο του διοργανωτή θα αναρτηθεί αναλυτικά η κατάταξη με βάση τη βαθμολογία που συγκέντρωσε η κάθε ομάδα.

Στόχος μας

Ως διοργανωτές και κριτές, αυτό που μας ενδιαφέρει δεν είναι μόνο το τελικό αποτέλεσμα αλλά και η πορεία της ομάδας προς αυτό.

Περιμένουμε να δούμε την όρεξη και το μεράκι των μαθητών, τη χαρά της δημιουργίας και την ικανότητά τους να μετατρέπουν ιδέες σε πράξη — είτε αυτό αφορά τη συναρμολόγηση ενός drone από το μηδέν και τη ρύθμιση των ηλεκτρονικών του συστημάτων, είτε την ακριβή πλοήγηση και τον προγραμματισμό αυτόνομων αποστολών μέσα στην πίστα εμποδίων.

Ιδιαίτερη βαρύτητα έχει τόσο η τεχνική αρτιότητα, η μηχανική συνέπεια και η ασφάλεια των κατασκευών, όσο και η ουσιαστική κατανόηση της γνώσης γύρω από τη φυσική της πτήσης, τους αυτοματισμούς και την πληροφορική.

Πάνω απ' όλα, θέλουμε οι μαθητές να κατανοήσουν και να αναδείξουν πώς οι νέες τεχνολογίες και η αεροναυπηγική μπορούν να παίξουν ουσιαστικό ρόλο στη ζωή τους και να συμβάλουν στην επίλυση σύγχρονων και μελλοντικών προκλήσεων.

I. Πεδίο/τερέν/πίστα/στίβος

Χρήση και διαστάσεις

Αγωνιστικός χώρος (3Χ5) για την **Πτήση/Πλοήγηση** μέσω τηλεχειρισμού ή/και αυτόνομης μέσω τηλεμετρίας

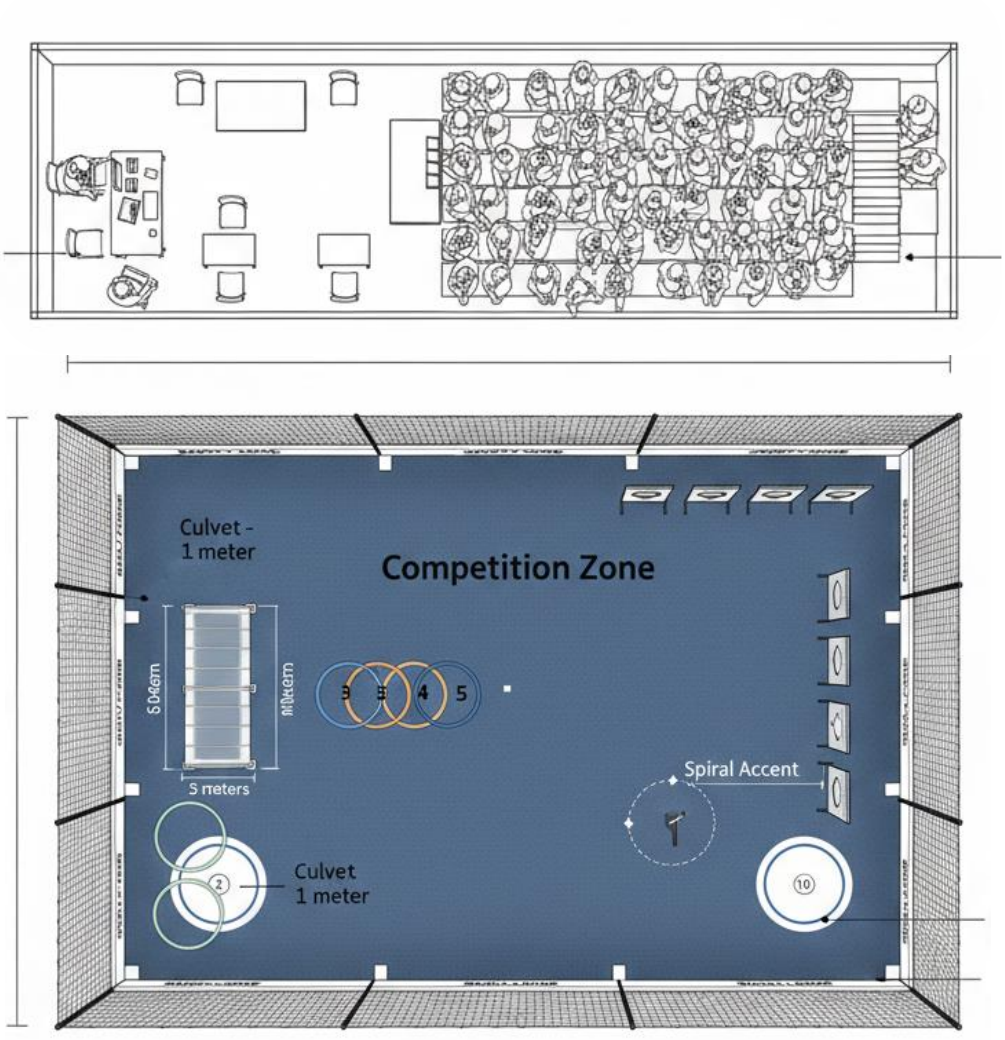
Χώρος προετοιμασίας:

- Ξεχωριστός χώρος (Preparation Area) για debugging και προγραμματισμό.
- Ξεχωριστός χώρος με αριθμημένα τραπέζια για τη συνάντηση και αναμονής των ομάδων και διαμόρφωση των drones

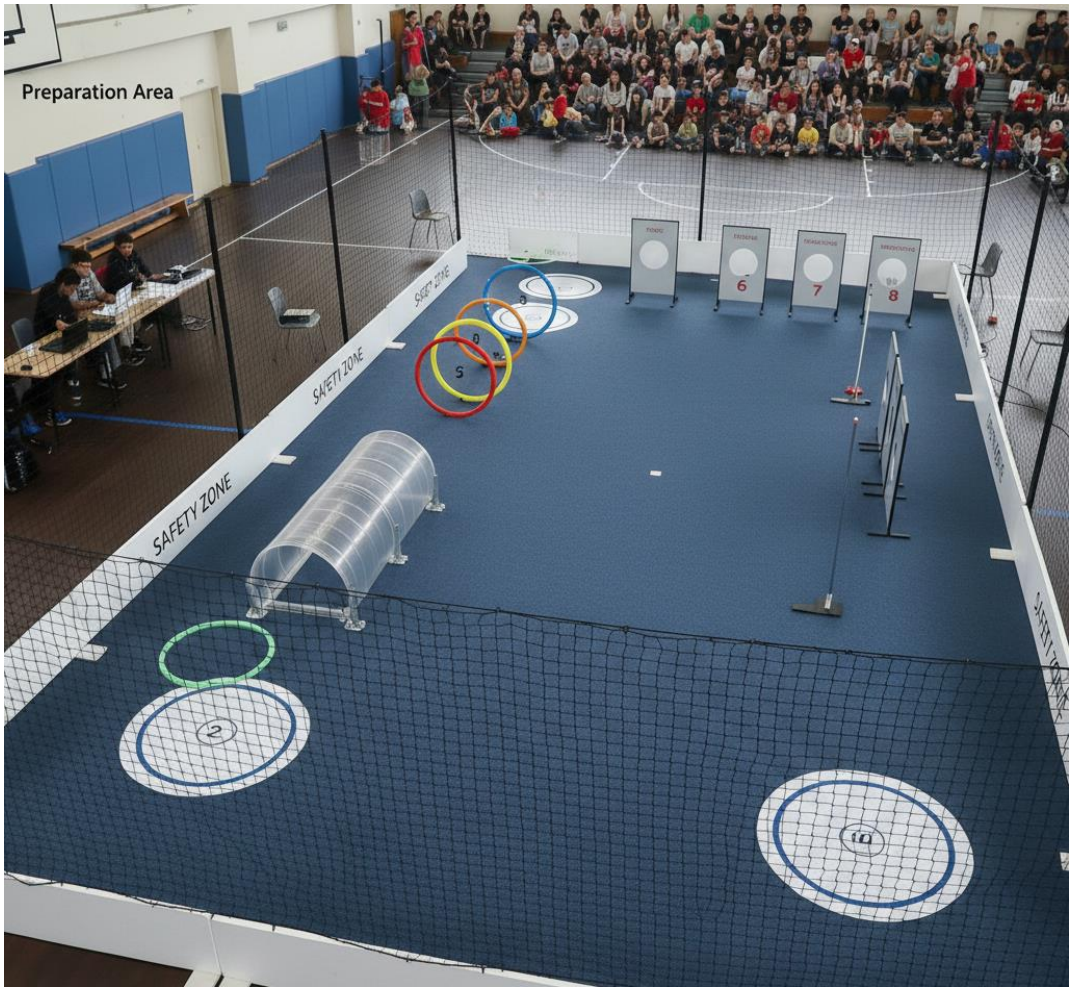
Ζώνη ασφαλείας:

Οι αγωνιστικοί χώροι είναι οριοθετημένοι με σαφήνεια και δίχτυ ασφάλειας.
Απόσταση τουλάχιστον 1.5μ. μεταξύ θεατών και αγωνιστικού πεδίου.

Χωροταξία (ενδεικτική)

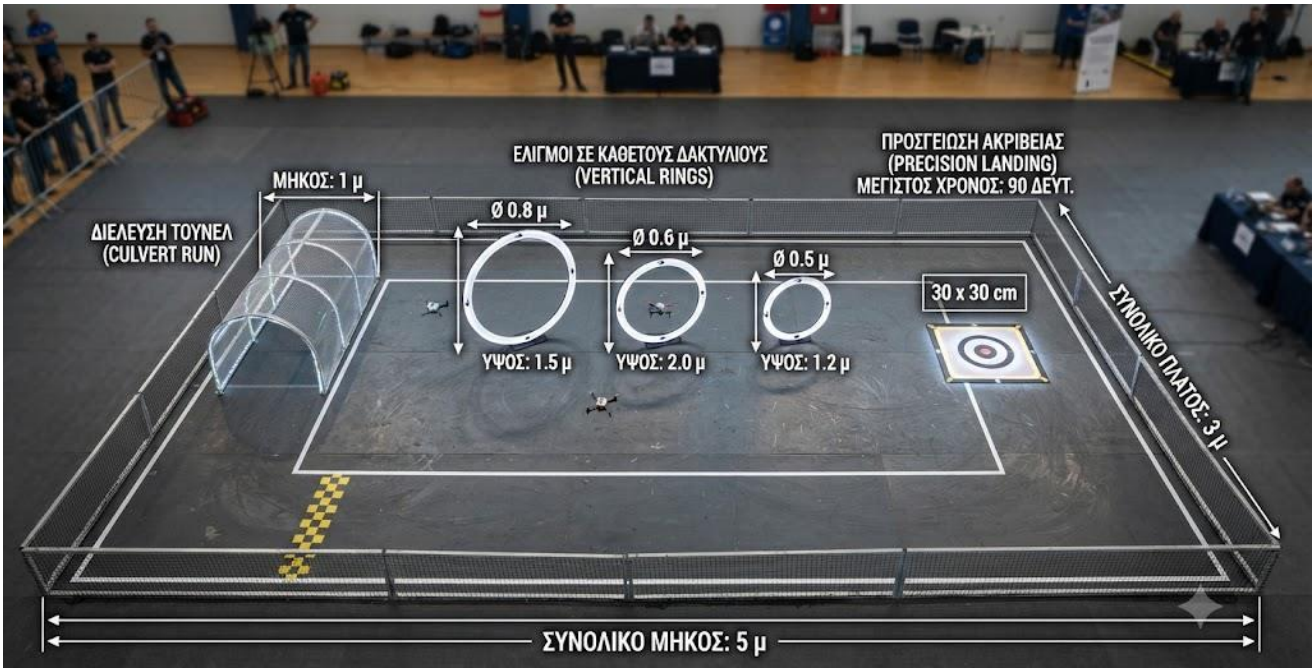


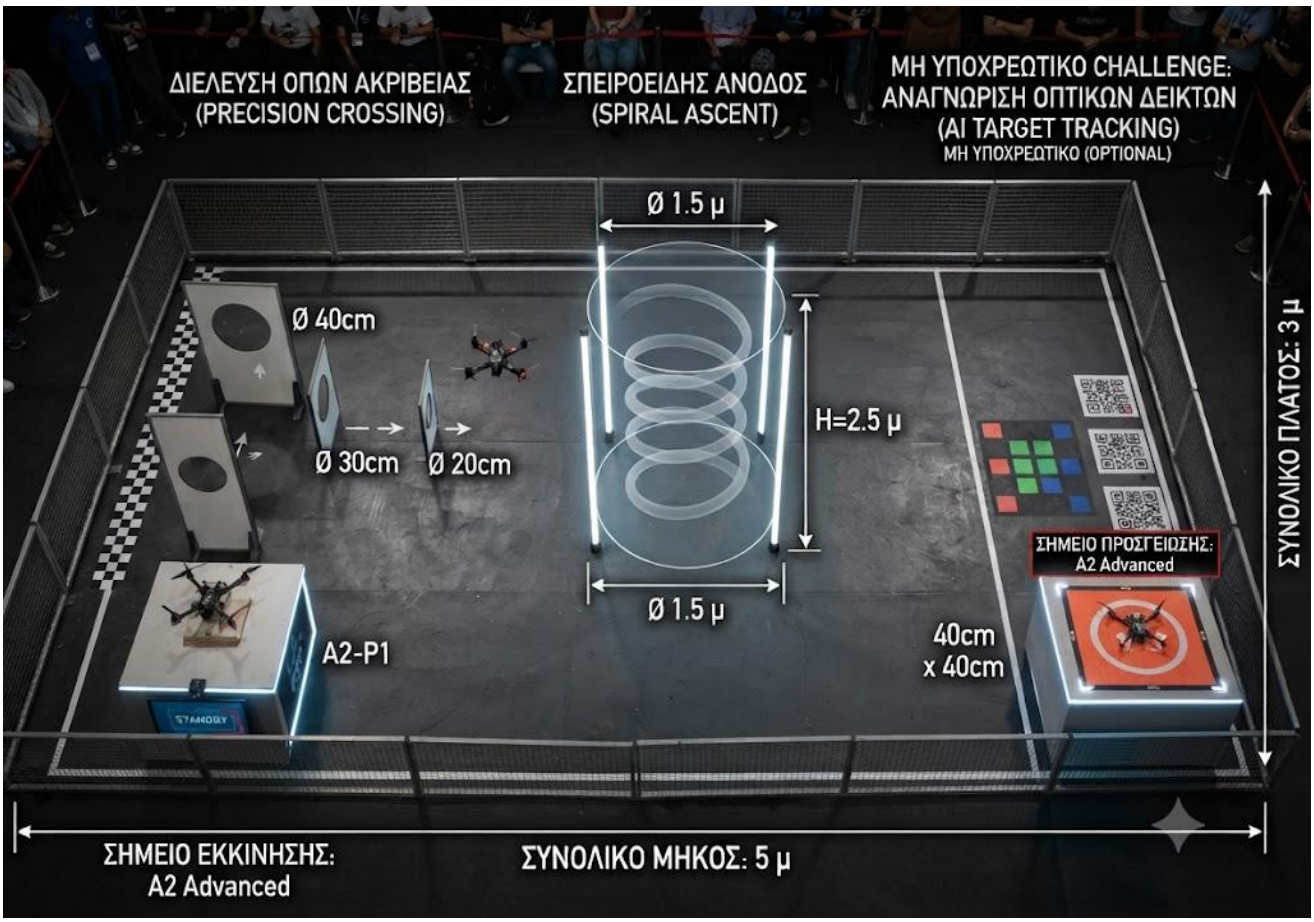
Ενδεικτική ρεαλιστική απεικόνιση


Preparation Area
SAFETY ZONE
SAFETY ZONE
SAFETY ZONE
6
7
8

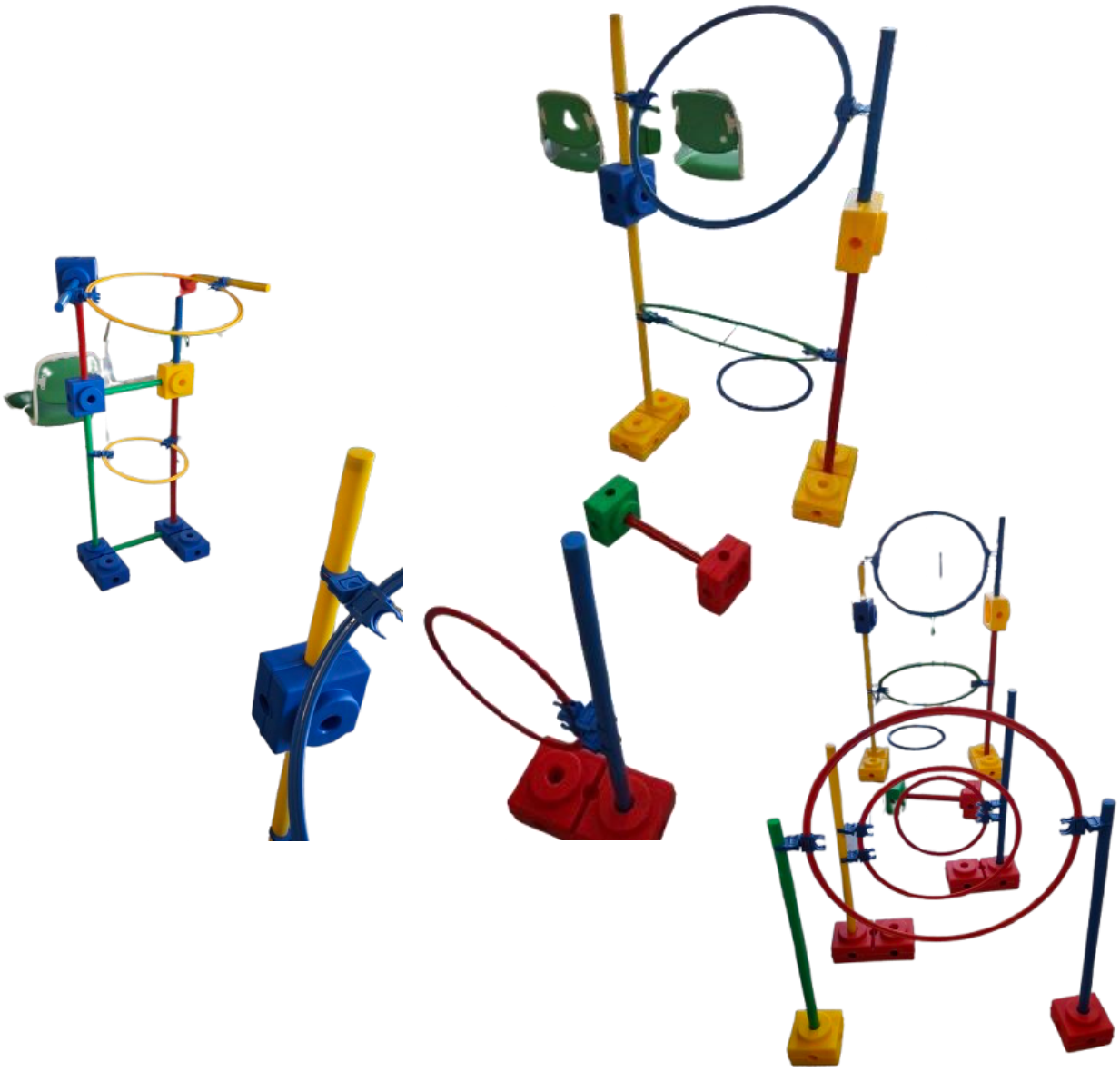





ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥΝΕΛ
(CULVERT RUN)
ΜΗΚΟΣ: 1 μ
ΕΛΙΓΜΟΙ ΣΕ ΚΑΘΕΤΟΥΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥΣ
(VERTICAL RINGS)
Ø 0.8 μ
Ø 0.6 μ
Ø 0.5 μ
ΥΨΟΣ: 1.5 μ
ΥΨΟΣ: 2.0 μ
ΥΨΟΣ: 1.2 μ
ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ
(PRECISION LANDING)
ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΧΡΟΝΟΣ: 90 ΔΕΥΤ.
30 x 30 cm
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ: 3 μ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: 5 μ


ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΟΠΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ
(PRECISION CROSSING)
ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΗΣ ΑΝΟΔΟΣ
(SPIRAL ASCENT)
ΜΗ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ CHALLENGE:
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ
(AI TARGET TRACKING)
ΜΗ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ (OPTIONAL)
Ø 1.5 μ
Ø 40cm
Ø 30cm
Ø 20cm
H=2.5 μ
Ø 1.5 μ
A2-P1
ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΗΣ:
A2 Advanced
40cm
x 40cm
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ: 3 μ
ΣΗΜΕΙΟ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ:
A2 Advanced
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: 5 μ

Υλικά για τις δοκιμασίες



K. Τεχνικές προδιαγραφές και κανόνες ασφαλείας

Στους μαθητικούς διαγωνισμούς ρομποτικής, η ασφάλεια εντός της κλειστής αίθουσας αποτελεί την ύψιστη προτεραιότητα. **Οι διοργανωτές και οι εκπαιδευτικοί τηρούν συνήθως ένα αυστηρό πλαίσιο τεχνικών προδιαγραφών και επιχειρησιακών κανόνων και κατά τη διάρκεια των προπονήσεων/προετοιμασίας και κατά τη διαγωνιστική διαδικασία:**

Βασικές τεχνικές προδιαγραφές εξοπλισμού

- Προστατευτικά ελίκων (Propeller Guards / Ducting): Είναι υποχρεωτικά για όλα τα drones. Τα έλικα πρέπει να καλύπτονται πλήρως από πλαστικά περιβλήματα ή να είναι τύπου "cinewhoop", ώστε σε περίπτωση πρόσκρουσης σε τοίχο, αντικείμενο ή άτομο, να μην προκληθούν κοψίματα ή τραυματισμοί.
- Περιορισμός βάρους και μεγέθους: Τα drones που χρησιμοποιούνται σε σχολικούς διαγωνισμούς είναι συνήθως μικρής κλίμακας (π.χ. βάρος κάτω από 200 γραμμάρια, όπως τα DJI Tello ή custom μικρά quadcopters), περιορίζοντας την κινητική ενέργεια σε περίπτωση ατυχήματος.
- Ασφάλεια μπαταριών (LiPo Safety): Οι μπαταρίες λιθίου (LiPo) που τροφοδοτούν τα drones πρέπει να φυλάσσονται και να φορτίζονται εντός ειδικών πυράντοχων τσαντών (LiPo safe bags). Απαγορεύεται η φόρτιση χωρίς επίβλεψη, ενώ προβλέπονται διαδικαzioni αντιμετώπισης σε περίπτωση σπάνιας υπερθέρμανσης ή καπνού.
- Αυτόματος τερματισμός (Fail-safe / Kill Switch): Τα συστήματα τηλεχειρισμού ή ο κώδικας αυτονομίας πρέπει να διαθέτουν εύκολα προσβάσιμο διακόπτη άμεσης διακοπής λειτουργίας (emergency stop), ώστε οι κινητήρες να σταματούν ακαριαία αν το drone βγει εκτός ελέγχου.



Ασφάλεια Ατόμων (μελών ομάδας)

- Γυαλιά προστασίας και κράνος ασφαλείας για τους εμπλεκομένους στην πτήση ακόμα και στον προστατευμένο χώρο (arena) διαγωνιστικό ή προπονητήριο.



Οργάνωση και Ασφάλεια του Χώρου Πτήσης

- Αγωνιστική αρένα / κλωβός: Η πτήση διεξάγεται υποχρεωτικά εντός ειδικά διαμορφωμένου χώρου (arena) που συχνά περιβάλλεται από προστατευτικό δίχτυ υψηλής αντοχής ή διαφανές πλέγμα πολυκαρβονικού υλικού και στην οροφή, ώστε να συγκρατείται τυχόν αποκομμένο drone.
- Ζώνες ασφαλείας (Buffer Zones): Προβλέπεται κενός χώρος ασφαλείας μεταξύ της αρένας πτήσης και των θέσεων των κριτών, των θεατών ή των μαθητών που δεν αγωνίζονται εκείνη τη στιγμή.
- Περιορισμός πρόσβασης: Στον χώρο πτήσης επιτρέπεται να βρίσκεται μόνο ο ενεργός χειριστής (ή η ομάδα κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας) και αυστηρά υπό την επίβλεψη του κριτή ή του υπεύθυνου ασφαλείας της πίστας (με τον αντίστοιχο εξοπλισμό ασφαλείας του/τους).





Πρωτόκολλα λειτουργίας κατά τη διάρκεια του αγώνα

- Έλεγχος πριν την πτήση (Pre-flight Check): Πριν από κάθε δοκιμή ή αγωνιστική προσπάθεια, γίνεται οπτικός έλεγχος του drone (κατάσταση ελίκων, σταθερότητα μπαταρίας, σύνδεση σήματος/Wi-Fi/Bluetooth).
- Διαδικασία εκκίνησης: Ο χειριστής δίνει εντολή απογείωσης μόνο κατόπιν σχετικής άδειας από τον υπεύθυνο κριτή της πίστας («Green Light»).
- Αντιμετώπιση απώλειας σήματος: Στις αυτόνομες πτήσεις (προγραμματισμένες με Python, ή block-based – Mind+ κώδικα), τα drones εκτελούν προκαθορισμένα σενάρια. Σε περίπτωση χειροκίνητου ελέγχου, αν χαθεί η σύνδεση, το drone πρέπει να είναι ρυθμισμένο να προσγειώνεται αυτόματα (Return-to-Home ή άμεσο hover/land).

Α. Υλικό

LiteBee Wing

Σχετικό βιβλίο (και με δραστηριότητες)
https://portal.stem.edu.gr/courses/βιβλιο-litebee-wing/



GigoDrone 2.0

Σχετικό βιβλίο (και με δραστηριότητες)
https://portal.stem.edu.gr/courses/gigo-drone-20/



DJI Tello

Σχετικό βιβλίο (και με δραστηριότητες)
https://portal.stem.edu.gr/courses/bookdji-tello/



Εξοπλισμός ασφαλείας Ατόμων (μελών ομάδας)



Αρένα (δειγματικά)







Προστατευτικά ελίκων (Propeller Guards / Ducting) (Δειγματικά)



M. STEM Σύνδεση μαθημάτων

Ο Διαγωνισμός αποτελεί μια εξαιρετική προσέγγιση **STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)**, καθώς συνδυάζει θεωρία και πράξη με πολύ άμεσο τρόπο.

Ακολουθεί η ανάλυση των μαθημάτων που εμπλέκονται, πώς συνδέονται με τις δοκιμασίες και γιατί είναι απαραίτητα:

Φυσική (Μηχανική και Αεροδυναμική)
Η Φυσική είναι η βάση για να μείνει το drone στον αέρα.

- **Πώς εμπλέκεται:** Στη δοκιμασία με το επιπλέον βάρος (A2) και στην κατανόηση των δυνάμεων.
- **Γιατί:** Οι μαθητές/τριες πρέπει να κατανοήσουν την ισορροπία των τεσσάρων δυνάμεων: **Άνωση** (Lift), **Βάρος** (Weight), **Ώθηση** (Thrust) και **Οπισθέλκουσα** (Drag).
- **Εφαρμογή:** Αν προσθέσουν ένα 3D printed εξάρτημα, αλλάζει το **Κέντρο Μάζας/βάρους**. Αν δεν το τοποθετήσουν ακριβώς στο κέντρο, οι κινητήρες θα δουλεύουν άνισα για να αντισταθμίσουν την κλίση, εξαντλώντας τη μπαταρία ή προκαλώντας αστάθεια.

Πληροφορική και Αλγοριθμική Σκέψη
Εδώ περνάμε από την εκτέλεση (χειροκίνητη) στη δημιουργία (αυτόνομη).

- **Πώς εμπλέκεται:** Στη Φάση Β (Coding) με Block-based γλώσσες.
- **Γιατί:** Το drone δεν "ξέρει" τι να κάνει. Οι μαθητές/τριες πρέπει να μετατρέψουν μια διαδρομή σε μια σειρά από **λογικά βήματα**.
- **Εφαρμογή:**
  - **Δομές Ελέγχου (If/Then):** "Αν το αισθητήριο δει QR Code, τότε στρίψε δεξιά".
  - **Βρόχοι (Loops):** Για τη δοκιμασία "Spiral Ascent", ο κώδικας επαναλαμβάνει την κίνηση ανόδου και περιστροφής μέχρι να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο υψόμετρο.

Μαθηματικά (Γεωμετρία και Τριγωνομετρία)
Είναι το εργαλείο για την πλοήγηση ακριβείας.

- **Πώς εμπλέκεται:** Στον υπολογισμό της διαδρομής στην πίστα Β (3x3).
- **Γιατί:** Για να προγραμματίσεις μια αυτόνομη πτήση, δεν αρκεί να πεις "πήγαινε μπροστά". Πρέπει να ξέρεις **πόσο**.
- **Εφαρμογή:**
  - **Πυθαγόρειο Θεώρημα:** Όπως ανέφερες, για διαγώνιες κινήσεις: $d=\sqrt{x^2+y^2}$
  - **Γωνίες (Μοίρες):** Για τη διέλευση από τα "Vertical Rings", το drone πρέπει να στρίψει στον άξονα **Yaw** (περιστροφή γύρω από τον εαυτό του) με ακρίβεια μοιρών.
  - **Συστήματα Συντεταγμένων:** Η πίστα 3x6 είναι ουσιαστικά ένα καρτεσιανό επίπεδο (x, y).

Τεχνολογία και Σχεδίαση (Engineering)
Αφορά την κατασκευή και την επίλυση προβλημάτων.

- **Πώς εμπλέκεται:** Στο σχεδιασμό και υλοποίηση της κατασκευής του Drone
- **Γιατί:** Διδάσκει τη διαδικασία του **Engineering Design Process**: Σχεδιάζω -> Κατασκευάζω -> Δοκιμάζω -> Αποτυγχάνω -> Βελτιώνω.
- **Εφαρμογή:** Χρήση **3D Printing**. Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν για τις ιδιότητες των υλικών (βάρος vs αντοχή).

Στατιστική και Ανάλυση Δεδομένων
Σύνδεση με την Τηλεμετρία και το Cloud.

- **Πώς εμπλέκεται:** Στην επεξεργασία των δεδομένων πτήσης.
- **Γιατί:** Για να γίνει ο κώδικας "βέλτιστος" (clean code), πρέπει να αναλυθούν οι προηγούμενες πτήσεις.

Εφαρμογή: Ανάλυση γραφημάτων. Αν η μπαταρία πέφτει απότομα σε μια συγκεκριμένη μανούβρα, οι μαθητές πρέπει να καταλάβουν το "γιατί" (ίσως πολύ υψηλές δυνάμεις G ή αντίσταση αέρα) και να διορθώσουν την πορεία.

N. Νομικό πλαίσιο

Για τις πτήσεις drones **εσωτερικού χώρου (indoor)** στο πλαίσιο ενός **μαθητικού διαγωνισμού ρομποτικής**, το τοπίο διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με τις εξωτερικές πτήσεις (dagr.hasp.gov.gr). Ειδικότερα, ισχύουν τα εξής:

Εξαίρεση από τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (EASA / ΑΠΑ)

Σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς (EASA) και την Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας (ΑΠΑ), η νομοθεσία για τα ΣμηΕΑ (drones) εφαρμόζεται αποκλειστικά στον **«ανοικτό εναέριο χώρο»**.

Οι πτήσεις που διεξάγονται εξ ολοκλήρου **σε κλειστό χώρο** (indoor) —όπως ένα κλειστό γυμναστήριο, μια σχολική αίθουσα ή ένα εκθεσιακό κέντρο— **δεν εμπίπτουν στη δικαιοδοσία της ΥΠΑ/ΑΠΑ** ούτε απαιτούν άδειες πτήσης, σχέδια πτήσης μέσω DAGR ή επίσημα διπλώματα/πιστοποιητικά χειριστών (A1-A3) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (ΑΡΧΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ)

Το εσωτερικό Πλαίσιο και οι Κανονισμοί του Διαγωνισμού

Παρότι δεν εμπλέκεται η ΥΠΑ, ο χώρος διέπεται αυστηρά από τους **όρους και τους κανονισμούς ασφαλείας της ίδιας της διοργάνωσης** (του εκάστοτε φορέα του διαγωνισμού ρομποτικής). Οι διοργανωτές θέτουν συγκεκριμένους κανόνες για να διασφαλίσουν τη σωματική ακεραιότητα των μαθητών και των θεατών:

- **Περιορισμός βάρους και τύπου Drone:** Συνήθως επιτρέπονται μικρά, ελαφρά drones ή εκπαιδευτικά προγραμματιζόμενα drones μικρής κλίμακας) που διαθέτουν προστατευτικά περιβλήματα ελίκων (propeller guards) για την αποφυγή τραυματισμών.
- **Οριοθέτηση χώρου (Αγωνιστικός Χώρος):** Η πτήση επιτρέπεται αυστηρά εντός ειδικά διαμορφωμένου, οριοθετημένου χώρου (πίστας) που συχνά περιβάλλεται από προστατευτικά δίχτυα ή πλέγματα.
- **Ρόλος Μαθητών/τριών - Χειριστών:** Οι κανονισμοί ορίζουν ποιος επιτρέπεται να βρίσκεται στην περιοχή πτήσης. Συνήθως, μόνο ο υπεύθυνος μαθητής-χειριστής βρίσκεται κοντά στην πίστα για την εκκίνηση ή τον έλεγχο, ενώ τα υπόλοιπα μέλη και το κοινό παρακολουθούν από ασφαλή απόσταση.

Νομική ευθύνη διοργανωτών και σχολείων

Αν και δεν υπάρχει αεροπορική νομοθεσία για εσωτερικούς χώρους, ισχύει κανονικά το γενικό πλαίσιο **αστικής και ποινικής ευθύνης**:

- Ο φορέας διοργάνωσης και το σχολείο/εκπαιδευτικός οργανισμός που συμμετέχει φέρουν την ευθύνη για τη λήψη μέτρων ασφαλείας (π.χ. πυροσβεστικά μέσα αν απαιτείται, φαρμακείο, πιστοποίηση καταλληλόλητας του χώρου).
- Απαιτείται συνήθως γονική συγκατάθεση για τη συμμετοχή των ανήλικων μαθητών και την επεξεργασία οπτικοακουστικού υλικού (φωτογραφίες/βίντεο κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού).

Ε. Άδεια χρήσης και πνευματικά δικαιώματα

© 2026 STEM Education / STEMATHLON – Icarus NextGen Challenge / Βασίλης Οικονόμου.

Το παρόν τεύχος προδιαγραφών και ο οδηγός του διαγωνισμού διατίθενται υπό την άδεια Creative Commons **Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές (CC BY-NC-ND 4.0)**.

Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, διανομή και κοινοποίηση του παρόντος υλικού σε οποιοδήποτε μέσο ή μορφή, αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς και μη εμπορικούς σκοπούς, υπό τις εξής προϋποθέσεις:

1. **Αναφορά δημιουργού (BY):** Πρέπει να αναφέρεται ρητά ο αρχικός δημιουργός/φορέας (STEM Education), ο υπεύθυνος κατηγορίας και η έκδοση του εγγράφου (v1.3).
2. **Μη εμπορική χρήση (NC):** Απαγορεύεται η χρήση του υλικού ή τμημάτων αυτού για εμπορικούς ή κερδοσκοπικούς σκοπούς.
3. **Όχι παράγωγα έργα (ND):** Απαγορεύεται η μετατροπές, τροποποιήσεις, παραποιήσεις ή η δημιουργία παράγωγου έργου με βάση το περιεχόμενο, τη δομή, τους κανόνες ή τα σχεδιαγράμματα του διαγωνισμού χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια των διοργανωτών.

Οποιασδήποτε μορφής λογοκλοπή, ιδιοποίηση ή μη εξουσιοδοτημένη εμπορική εκμετάλλευση του περιεχομένου διώκεται σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία περί Προστασίας Πνευματικής Ιδιοκτησίας.

STEM education

ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ROBOTICS, SCIENCE, TECHNOLOGY & MATHEMATICS