



# Handbook

Συστήματα ψηφιακών διδύμων για την  
επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση

## ΈΤΟΣ:

2026

## ΥΛΟΠΟΙΉΘΗΚΕ ΑΠΌ:

Learnable (IT)

Digital Smart srl (IT)

ETN Training Vision Ireland (IE),

University of Malaga (ES)

Málaga TechPark (ES)

Innovation Frontiers IKE (GR)

University of the National Education

Commission, Krakow (PL)





Συστήματα DiTwin για την επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση

DiTwin – Ψηφιακό Δίδυμο για σχολές ΕΕΚ (Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης)

Εγχειρίδιο DiTwin

Η επεξεργασία αυτού του εγγράφου ολοκληρώθηκε τον Ιανουάριο του 2026.

Ιστότοπος έργου: <https://www.ditwin.eu/>

Το DiTwin είναι ένα έργο Σύμπραξης Συνεργασίας στον τομέα της επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης (KA220-VET) που χρηματοδοτείται στο πλαίσιο του προγράμματος Erasmus+.

Αριθμός Έργου: 2023-1-IT01-KA220-VET-000154611

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται είναι, ωστόσο, μόνο του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα εκείνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του Εθνικού Οργανισμού Erasmus+ INAPP. Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε η χορηγούσα αρχή φέρουν ευθύνη γι' αυτές.

Αυτό το έγγραφο δημιουργήθηκε με τη συνεργασία ολόκληρης της συνεργασίας του DiTwin : Learnable Società Cooperativa a rl . (ΠΤ) - Συντονιστής έργου, Digital Smart srl (ΠΤ), ETN Training Vision Ireland (Ιρλανδία), Πανεπιστήμιο της Μάλαγα (Ισπανία), Málaga TechPark (Ισπανία), Innovation Frontiers IKE (Ελλάδα), Πανεπιστήμιο της Εθνικής Επιτροπής Εκπαίδευσης, Κρακοβία (Πολωνία).

Αυτό το έγγραφο διατίθεται με άδεια Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές



## Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	p. 4
1. Εισαγωγή στην τεχνολογία Ψηφιακών Διδύμων.....	p. 5
2. Η σημασία των ψηφιακών διδύμων στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση .....	p. 11
3. Παιδαγωγικές Στρατηγικές για Διδασκαλία με Ψηφιακά Δίδυμα .....	p. 20
4. Ρύθμιση δραστηριοτήτων που βασίζονται σε ψηφιακά δίδυμα στην τάξη: ο οδηγός βήμα προς βήμα για τις ενότητες DiTwin.....	p. 26
5. Μελέτες Περιπτώσεων και Βέλτιστες Πρακτικές.....	p. 32
6. Μελλοντικές τάσεις και ευκαιρίες σταδιοδρομίας στα ψηφιακά δίδυμα.....	p. 39
Σύνοψη.....	p. 46

## Εισαγωγή

### **Αγκαλιάζοντας το Μέλλον με τεχνολογία Ψηφιακών Διδύμων στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση**

ΣΣε μια εποχή ραγδαίας τεχνολογικής προόδου και ψηφιακού μετασχηματισμού, η προσαρμογή των εκπαιδευτικών μοντέλων στις ανάγκες της βιομηχανίας είναι απαραίτητη. Η τεχνολογία Ψηφιακών Διδύμων (ΨΔ) – άλλοτε περιορισμένη σε μηχανική ή κατασκευή υψηλών προδιαγραφών – κερδίζει πλέον έδαφος στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (ΕΕΚ). Αυτό το εγχειρίδιο δημιουργήθηκε ως πρακτικός οδηγός για εκπαιδευτικούς και διευθυντές που θέλουν να εφαρμόσουν μάθηση βασισμένη στα ΨΔ στα ιδρύματά τους.

Ένα Ψηφιακό Δίδυμο είναι εικονική αναπαράσταση αντικειμένου, διαδικασίας ή συστήματος του πραγματικού κόσμου που επιτρέπει παρακολούθηση, ανάλυση και προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο. Συνδέει δεδομένα από τον φυσικό κόσμο με το ψηφιακό τους αντίστοιχο, προσφέροντας νέους τρόπους κατανόησης και βελτιστοποίησης λειτουργιών. Για τους παρόχους ΕΕΚ, προσφέρει ρεαλιστικές, διαδραστικές και χωρίς κινδύνους μαθησιακές εμπειρίες που αντικατοπτρίζουν σύγχρονα βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Το εγχειρίδιο ξεκινά θέτοντας τα θεμέλια: ορίζοντας τι είναι τα ΨΔ, πώς λειτουργούν και ποιες τεχνολογίες περιλαμβάνουν. Στη συνέχεια, διερευνά τη σημασία τους στην ΕΕΚ, γεφυρώνοντας το χάσμα σχολικής μάθησης και πρακτικών της βιομηχανίας. Οι αναγνώστες θα δουν πώς να εμπλέξουν μαθητές μέσω εργασιών, προσομοιώσεων, ομαδικής και διεπιστημονικής μάθησης.

Με συνεισφορές από εταίρους έργων σε όλη την Ευρώπη, παρουσιάζονται μελέτες περίπτωσης και παραδείγματα επιτυχημένων συνεργασιών ΕΕΚ και εταιρειών του Industry 4.0, δείχνοντας την αξία κοινών προγραμμάτων και ψηφιακών υποδομών. Τέλος, εξετάζονται μελλοντικές τάσεις, επαγγελματικές ευκαιρίες και διαδρομές δια βίου μάθησης.

Αυτός ο οδηγός στοχεύει όχι μόνο να ενημερώσει αλλά και να εμπνεύσει: υιοθετώντας την τεχνολογία Digital Twin, τα συστήματα ΕΕΚ μπορούν να γίνουν πιο ευέλικτα, πιο συνδεδεμένα με τη βιομηχανία και καλύτερα προετοιμασμένα να εξοπλίσουν τους εκπαιδευόμενους με δεξιότητες για τις θέσεις εργασίας του αύριο.

# 1. Εισαγωγή στην τεχνολογία Ψηφιακών Διδύμων

## 1.1 Βιομηχανία 4.0 και Ψηφιακά Δίδυμα

Η Βιομηχανική Επανάσταση, η οποία εμφανίστηκε στην Αγγλία του 18ου αιώνα, μετέτρεψε αποφασιστικά μια οικονομία βασισμένη στην χειροτεχνική εργασία σε μια οικονομία βασισμένη στην μηχανοποιημένη παραγωγή. Η εισαγωγή της ατμομηχανής του James Watt, παράλληλα με καινοτομίες όπως η υδροκίνητη κλωστική μηχανή του Richard Arkwright, αύξησε την παραγωγική ικανότητα και καθιέρωσε τον άνθρακα ως πρωτογενή πηγή ενέργειας. Αυτή η αλλαγή όχι μόνο αύξησε την αποδοτικότητα και τον όγκο των μεταποιημένων προϊόντων, αλλά και επαναπροσδιόρισε τη σχέση ανθρώπου-τεχνολογίας, αποδεικνύοντας ότι η μηχανική ισχύς μπορούσε να υπερβεί κατά πολύ τη μυϊκή δύναμη. Σήμερα, αυτή η περίοδος θεωρείται ως η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση.

Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούνταν ήδη ως πηγή ενέργειας στη βιομηχανία στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ού αιώνα. Αυτή η αλλαγή κατέστησε δυνατή την αναδιοργάνωση των εγκαταστάσεων παραγωγής - αντικαθιστώντας τους μεγάλους μηχανικούς άξονες με μεμονωμένους κινητήρες - γεγονός που αύξησε την ευελιξία, την ασφάλεια και τον φωτισμό στα εργαστήρια. Από την άλλη πλευρά, με το μοντέλο μαζικής παραγωγής, ένα παράδειγμα που έθεσε σε εφαρμογή ο Χένρι Φορντ για το αυτοκίνητό του Model T, αντιμετωπίστηκε η μεγάλη κλίμακας κατασκευή.

Αυτό οδήγησε στην υιοθέτηση νέων οργανωτικών μοντέλων, όπως η επιστημονική διαχείριση της εργασίας και η γραμμή συναρμολόγησης, τα οποία εισήγαγαν έναν αυστηρό καταμερισμό εργασιών και την τυποποίηση των εξαρτημάτων. Αυτές οι εξελίξεις μείωσαν δραστικά τους χρόνους παραγωγής και το κόστος μονάδας, καθιστώντας τα προηγούμενα αποκλειστικά αγαθά προσβάσιμα στον ευρύτερο πληθυσμό. Με αυτόν τον τρόπο, έλαβε χώρα η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση.

Η επόμενη σημαντική εξέλιξη σημειώθηκε στις δεκαετίες του 1960 και του 1970. Στην εποχή μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι τεχνολογίες υπολογιστών, ηλεκτρονικού ελέγχου και αυτοματισμού ενοποιήθηκαν, οδηγώντας στην εμφάνιση της βιομηχανικής ρομποτικής. Η εισαγωγή του υπολογιστικού αριθμητικού ελέγχου (CNC) και των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC), καθώς και τα πρώτα βιομηχανικά ρομπότ - κυρίως το «Unimate», το οποίο εγκαταστάθηκε σε ένα εργοστάσιο της General Motors το 1961 - μετέτρεψε τις γραμμές παραγωγής από άκαμπτα συστήματα ενός προϊόντος σε ευέλικτες διατάξεις που κατασκευάστηκαν γύρω από ρομποτικά κελιά.

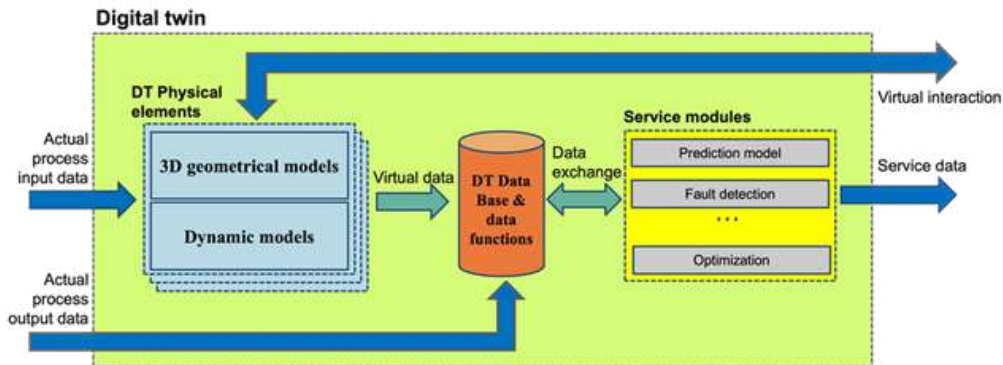
Έτσι, απλώς επαναπρογραμματίζοντας το λογισμικό και τυποποιώντας τα εργαλεία και τους αισθητήρες, μια ενιαία γραμμή παραγωγής μπορούσε να κατασκευάσει πολλές παραλλαγές προϊόντων ή να ενσωματώσει τροποποιήσεις σχεδιασμού σε λίγες μόνο ημέρες. Αυτό το νέο παράδειγμα, γνωστό ως «Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση», εισήγαγε την έννοια των ευέλικτων συστημάτων παραγωγής (FMS), έθεσε τα θεμέλια του σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή και της κατασκευής με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD/CAM) και προώθησε στρατηγικές λιτής παραγωγής όπως η «just-in-time», διευρύνοντας αποφασιστικά την ικανότητα της βιομηχανίας να ανταποκρίνεται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες αγορές.

Αυτή τη στιγμή γινόμαστε μάρτυρες της λεγόμενης «Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης» — ή «Βιομηχανία 4.0» — ενώ ορισμένοι ειδικοί σκιαγραφούν ήδη τα χαρακτηριστικά μιας επικείμενης «Πέμπτης Βιομηχανικής Επανάστασης», η οποία θα χαρακτηρίζεται από τη συνεργασία ανθρώπου-μηχανής και τη βιωσιμότητα ως κατευθυντήρια αρχή της. Αυτό το στάδιο διακρίνεται από την ολοκληρωμένη ψηφιοποίηση ολόκληρης της αλυσίδας αξίας, από τον εννοιολογικό σχεδιασμό και τη μηχανική έως την παραγωγή, την εφοδιαστική και την αλληλεπίδραση με τους πελάτες μετά την πώληση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι όλες αυτές οι διαδικασίες είναι διασυνδεδεμένες και ενορχηστρωμένες από ένα ενιαίο σύστημα διαχείρισης δεδομένων. Αυτή η σύγκλιση έχει καταστεί δυνατή χάρη σε τεχνολογίες όπως το cloud computing, η τεχνητή νοημοσύνη, το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων (IIoT), η συνεργατική ρομποτική και η προσθετική κατασκευή.

Παράλληλα με αυτές τις τεχνολογίες, αναδύεται επίσης το «ψηφιακό δίδυμο» (digital twin)— ένα εικονικό αντίγραφο φυσικών στοιχείων, μηχανών, ρομπότ, γραμμών παραγωγής ή ακόμα και ολόκληρων εργοστασίων. Τροφοδοτούμενο από δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπει την προσομοίωση σεναρίων, τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και την πρόβλεψη βλαβών πριν αυτές υλοποιηθούν. Με αυτόν τον τρόπο, η βιομηχανία όχι μόνο κερδίζει σε ευελιξία και αποτελεσματικότητα, αλλά και κλείνει τον κύκλο πληροφοριών μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου, θέτοντας τα θεμέλια για ένα ανθεκτικό, προσαρμοσμένο και πλήρως βιώσιμο μοντέλο κατασκευής.

## 1.2 Βασικά Στοιχεία ενός Ψηφιακού Διδύμου

Όπως συζητήθηκε προηγουμένως, ένα ψηφιακό δίδυμο είναι μια εικονική αναπαράσταση ενός φυσικού συστήματος, ικανό να αναπαράγει τη συμπεριφορά του και να παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που αντικατοπτρίζουν την τρέχουσα κατάστασή του. Αυτές οι εικονικές έξοδοι συγκρίνονται συνεχώς με δεδομένα από το αντίστοιχο σύστημα στον πραγματικό κόσμο, επιτρέποντας στο σύστημα —μέσω στατιστικών μεθόδων ή τεχνητής νοημοσύνης— να προβλέπει μελλοντική απόδοση, να ανιχνεύει σφάλματα και να υποστηρίζει στρατηγικές προληπτικής συντήρησης. Για την εκπλήρωση αυτών των λειτουργιών, η τυπική αρχιτεκτονική ενός ψηφιακού διδύμου απεικονίζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική ενός ψηφιακού διδύμου.

Στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος απεικονίζεται η εικονική αναπαράσταση του φυσικού συστήματος (DT Physical elements). Αποτελείται από τρισδιάστατα γεωμετρικά μοντέλα που καταγράφουν τη μορφολογία του συστήματος και δυναμικά μοντέλα που προσομοιώνουν τη λειτουργική του συμπεριφορά. Τα μοντέλα λαμβάνουν τα ίδια δεδομένα εισόδου με το πραγματικό σύστημα και, όταν εκτελούνται, παράγουν εικονικά δεδομένα εξόδου που δρομολογούνται στην πλατφόρμα δεδομένων του ψηφιακού διδύμου (DT Data Base). Εκεί ενσωματώνονται με μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο από τη φυσική διαδικασία — υποδεικνυόμενες από το μπλε βέλος εισόδου — και καθίστανται προσβάσιμα για αμφίδρομη αλληλεπίδραση με μονάδες υπηρεσιών (πρόβλεψη, ανίχνευση σφαλμάτων, βελτιστοποίηση).

Οι μονάδες επεξεργάζονται και βελτιώνουν τα δεδομένα, παράγοντας πληροφορίες για τακτικές και στρατηγικές αποφάσεις. Επιπλέον, το ψηφιακό δίδυμο μπορεί να διαλειτουργήσει με άλλα δίδυμα μέσω του εικονικού επιπέδου αλληλεπίδρασης στην κορυφή, επιτρέποντας συνεργατική προσομοίωση μεγάλης κλίμακας και πολύπλοκων συστημάτων.

Σκεφτείτε, για παράδειγμα, την ανάπτυξη ψηφιακού διδύμου για έναν ρομποτικό βραχίονα. Περιλαμβάνει την ενσωμάτωση λεπτομερών τρισδιάστατων μοντέλων κάθε συνδέσμου — από τη βάση έως τη λαβίδα — και των δυναμικών εξισώσεων που διέπουν την κίνησή του. Μια ενιαία εντολή τροχιάς μεταδίδεται ταυτόχρονα στο φυσικό ρομπότ και στο εικονικό του δίδυμο. Το τελευταίο εκτελεί την προσομοίωση και παράγει εικονικά δεδομένα για θέση λαβίδας, ροπές κινητήρα, ηλεκτρικά ρεύματα και άλλες μεταβλητές κατάστασης. Αυτά τα δεδομένα καταγράφονται στη βάση δεδομένων του ψηφιακού διδύμου, μαζί με τα αντίστοιχα του φυσικού συστήματος. Οι μονάδες εξυπηρέτησης εκτελούν συγκριτικές αναλύσεις, επιτρέποντας λειτουργίες όπως έγκαιρη ανίχνευση ανωμαλιών, προγνωστικός σχεδιασμός συντήρησης και βελτιστοποίηση στρατηγικής ελέγχου, καθώς και πρόσθετες υπηρεσίες σχετικές με την εφαρμογή.



### 1.3 Το Ψηφιακό Δίδυμο και οι Εφαρμογές του

Το ψηφιακό δίδυμο έχει γίνει βασικό εργαλείο μείωσης κόστους στη βιομηχανία λόγω της διπλής του λειτουργίας. Αφενός λειτουργεί ως εικονική πλατφόρμα δοκιμών: επιτρέπει τη «μοντελοποίηση και προσομοίωση» ολόκληρων γραμμών παραγωγής — συμπεριλαμβανομένων ροών υλικών, παραμέτρων διεργασίας και κατανάλωσης ενέργειας — ώστε να εντοπίζονται και να διορθώνονται σφάλματα σχεδιασμού πριν από επένδυση στη φυσική υποδομή. Αφετέρου, όταν συνδέεται σε πραγματικό χρόνο με το φυσικό του αντίστοιχο σε ένα «κυβερνοφυσικό σύστημα», αποδεικνύεται ανεκτίμητο για έγκαιρη ανίχνευση σφαλμάτων, βελτιστοποίηση παραγωγικής διαδικασίας και προγνωστική συντήρηση με τεχνητή νοημοσύνη. Έτσι ελαχιστοποιείται ο χρόνος διακοπής λειτουργίας, βελτιώνεται η ποιότητα προϊόντος και παρατείνεται η διάρκεια ζωής του μηχανήματος. Επιπλέον, τα ιστορικά δεδομένα τροφοδοτούν αλγόριθμους συνεχούς βελτίωσης, εκπαίδευση χειριστών σε επαυξημένη πραγματικότητα και αξιολόγηση αποτυπώματος άνθρακα σε όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος.

Η επιτυχία τους στη μεταποίηση οδήγησε στη χρήση τους και σε άλλους τομείς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η γεωργία ακριβείας, όπου δίδυμα εδαφών, καλλιεργειών και υποδομών επιτρέπουν λεπτομερή μοντελοποίηση της εξέλιξης αγροτεμαχίων — σε ανοιχτά χωράφια ή θερμοκήπια — και εξαιρετικά ακριβή πρόβλεψη αναγκών. Συνδυάζοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες υγρασίας, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπερφασματικές κάμερες και ρομπότ επιθεώρησης, προβλέπουν ρυθμούς ανάπτυξης, υδατική καταπόνηση ή φυτοϋγειονομικούς κινδύνους. Έτσι πόροι όπως νερό, λιπάσματα και φυτοπροστατευτικά εφαρμόζονται μόνο όπου και όταν χρειάζεται, μειώνοντας κόστος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επίσης, προσομοιώνοντας σενάρια κλίματος και αγοράς, τα δίδυμα υποστηρίζουν αποφάσεις σποράς, ενισχύουν την εφοδιαστική μετά τη συγκομιδή και επιτρέπουν πρόβλεψη απόδοσης εβδομάδες νωρίτερα. Αυτή η προσέγγιση μετατρέπει τη γεωργία σε έξυπνο κυβερνοφυσικό οικοσύστημα, όπου κάθε εκτάριο έχει εικονικό avatar για να καθοδηγεί αποφάσεις και να βελτιστοποιεί παραγωγικότητα και βιωσιμότητα — οδηγώντας στη Γεωργία 4.0.

Ο τουριστικός τομέας έχει επίσης υιοθετήσει την τεχνολογία ψηφιακών διδύμων για εικονική αναπαραγωγή πραγματικών περιβαλλόντων, ανοίγοντας τον δρόμο για τον «Τουρισμό 4.0». Με drones εξοπλισμένα με αισθητήρες LiDAR και κάμερες υψηλής ανάλυσης, δομές και αρχαιολογικοί χώροι — όπως βασιλικές και φόρουμ της αρχαίας Ρώμης — μπορούν να ανακατασκευαστούν με ακρίβεια σε λεπτομερή τρισδιάστατα μοντέλα.

Αυτά τα μοντέλα όχι μόνο διατηρούν την πολιτιστική κληρονομιά, αλλά επιτρέπουν και εικονική εξερεύνηση χωρίς τους περιορισμούς του φυσικού εδάφους ή την υποβάθμιση από τον μαζικό τουρισμό. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, επικαλύπτοντας ιστορικά γραφικά ή οδηγούς πολυμέσων σε μνημεία και τοπία, παρέχοντας στους επισκέπτες αφήγηση σε πραγματικό χρόνο που εμπλουτίζει την εμπειρία. Για πιο καθηλωτική εμπειρία, μπορούν να αναπτυχθούν σε περιβάλλοντα μετασύμπαντος όπου οι μελλοντικοί ταξιδιώτες περπατούν σε εικονικά αντίγραφα, αλληλεπιδρούν με αντικείμενα και avatar, σχεδιάζουν διαδρομές και αξιολογούν προσβασιμότητα πριν αποφασίσουν. Αυτό έχει δύο συνέπειες: διαφοροποιεί την τουριστική προσφορά παρέχοντας υβριδικές φυσικές-ψηφιακές εμπειρίες και παράγει πολύτιμα δεδομένα για ροές επισκεπτών και πρότυπα χρήσης που υποστηρίζουν καλύτερο σχεδιασμό χωρητικότητας, διατήρηση της κληρονομιάς και βιωσιμότητα προορισμού.

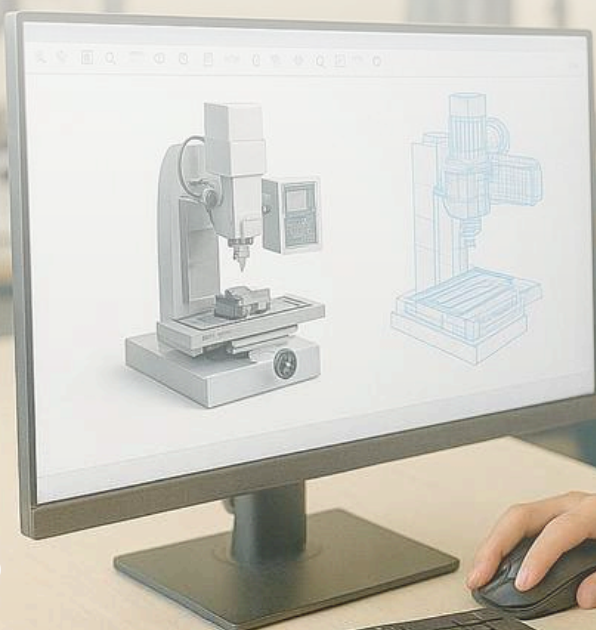
Στην υγειονομική περίθαλψη, η «Ιατρική 4.0» αναδύθηκε χάρη στην ενσωμάτωση ψηφιακών διδύμων. Οι πρώτοι που την υιοθέτησαν ήταν η ορθοπεδική και η νευροχειρουργική, όπου συστήματα χειρουργικής πλοήγησης ενσωματώνουν λεπτομερή τρισδιάστατα αντίγραφα του ασθενούς, επιτρέποντας προσομοίωση των διαδικασιών εκ των προτέρων. Στην ορθοπεδική, το προσβεβλημένο οστό ανακατασκευάζεται σχολαστικά, επιτρέποντας στον χειρουργό να σχεδιάζει εικονικά τις διαδρομές φρεζαρίσματος και τρυπήματος για ακριβή εφαρμογή πρόθεσης. Στη νευροχειρουργική, ένα τρισδιάστατο μοντέλο εγκεφάλου βοηθά στον καθορισμό της καλύτερης προσέγγισης για πρόσβαση στη βλάβη, ελαχιστοποιώντας τη ζημιά σε κρίσιμες δομές. Πέρα από αυτές τις τεχνικές, τα δίδυμα χρησιμοποιούνται και για σχεδιασμό εκτομών με ακριβή περιθώρια ασφαλείας και πρόβλεψη αιμοδυναμικής απόκρισης σε πραγματικό χρόνο κατά αγγειακές ή ογκολογικές επεμβάσεις (π.χ. αποκατάσταση ανευρύσματος, εκτομή όγκου ήπατος ή νεφρού).

Πέρα από το χειρουργείο, η φαρμακολογία χρησιμοποιεί δίδυμα βασισμένα σε δεδομένα για πρόβλεψη φαρμακοκινητικής και παρενεργειών σε συγκεκριμένες ομάδες. Βασίζονται σε στατιστικά μοντέλα εκπαιδευμένα με κλινικά ιστορικά, γονιδιωματικά δεδομένα και βιοδείκτες που επιτρέπουν κατηγοριοποίηση ασθενών και προσαρμογή δόσεων. Παράλληλα, αναπτύσσονται δίδυμα πολλαπλών κλιμάκων — που συνδυάζουν μοριακή δυναμική, φυσιολογία οργάνων και δεδομένα από φορετές συσκευές — για πρόβλεψη επιληπτικών κρίσεων, αρρυθμιών και μεταβολικών απορρυθμίσεων πριν εμφανιστούν. Το αποτέλεσμα είναι κυβερνοφυσικό οικοσύστημα όπου χειρουργείο, εργαστήριο και ασθενής είναι διασυνδεδεμένα, επιτρέποντας προληπτική, ελάχιστα επεμβατική, ανθρωποκεντρική ιατρική.

## 1.4 Ψηφιακά Δίδυμα στην Εκπαίδευση

Τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν αξιοποιήσει τις δυνατότητες των ψηφιακών διδύμων ενσωματώνοντάς τα ως ενεργά, προσαρμοσμένα στο πλαίσιο εργαλεία μάθησης. Ένα εικονικό αντίγραφο μιας μηχανής, ενός πιλοτικού σταθμού ή ακόμα και ενός πλήρους εργαστηρίου επιτρέπει στους φοιτητές να δοκιμάζουν διαδικασίες σε ένα περιβάλλον χωρίς κινδύνους, εξαλείφοντας τους λειτουργικούς κινδύνους και το κόστος που σχετίζονται με τον φυσικό εξοπλισμό. Μέσα σε πλαίσια μάθησης βασισμένα σε προβλήματα, οι φοιτητές μπορούν να διαγνώσουν σφάλματα, να προσαρμόσουν παραμέτρους και να παρατηρήσουν αμέσως τις επιπτώσεις των αποφάσεών τους. Αυτή η προσέγγιση βοηθά στο κλείσιμο του κύκλου θεωρίας-πράξης, παρέχοντας μια βαθύτερη και πιο παρακινημένη μαθησιακή εμπειρία.

Αυτή η προσέγγιση έχει αποδειχθεί αποτελεσματική τόσο σε πτυχία χημικής μηχανικής, όπου ο συνδυασμός στοιχείων προσομοίωσης σε υπολογιστή και παιχνιδιοποίησης ενισχύει την διαδικτυακή εκπαίδευση, όσο και στην εκπαίδευση προσωπικού αεροναυπηγικής συντήρησης χρησιμοποιώντας ψηφιακούς δίδυμους κινητήρες turbojet. Ομοίως, οι εικονικοί προσομοιωτές λαπαροσκοπικής χειρουργικής επιτρέπουν στους μελλοντικούς ειδικούς να βελτιώσουν τις ψυχοκινητικές και στρατηγικές τους δεξιότητες χωρίς να διακυβεύουν την ασφάλεια των ασθενών, ενώ τα ψηφιακά αντίγραφα έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων διευκολύνουν την εκπαίδευση των χειριστών στη διαχείριση κρίσιμων σεναρίων. Συμπερασματικά, τα ψηφιακά δίδυμα δημιουργούν ένα ευέλικτο, προσβάσιμο και κλιμακωτό εκπαιδευτικό οικοσύστημα που μπορεί να προωθήσει την ακαδημαϊκή αριστεία και την ανάπτυξη επαγγελματικών δεξιοτήτων με αυστηρό και βιώσιμο τρόπο.



## 2. Η σημασία των ψηφιακών διδύμων στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση

**2.1 Γιατί έχει σημασία: ο πιθανός αντίκτυπος του Digital Twin στη Βιομηχανία 4.0 και στο μελλοντικό εργατικό δυναμικό.**

**2.1.1 Στη Βιομηχανία 4.0: κινητήρια δύναμη για την αποτελεσματικότητα και την καινοτομία**

### **Βελτιστοποίηση Διαδικασιών**

Τα ψηφιακά δίδυμα επιτρέπουν την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο εγκαταστάσεων, μηχανημάτων και συστημάτων παραγωγής, προσφέροντας σημαντικά οφέλη. Πρώτον, υποστηρίζουν την προγνωστική συντήρηση, μειώνοντας τις βλάβες και τον χρόνο διακοπής λειτουργίας. Δεύτερον, μέσω προηγμένων προσομοιώσεων, επιτρέπουν τη δοκιμή τροποποιήσεων ή νέων προϊόντων χωρίς πραγματικούς κινδύνους. Επιπλέον, συμβάλλουν στη μείωση κόστους: σύμφωνα με μελέτη της Oliver Wyman (2016), Digital Twins: Identical, But Different, η χρήση τους μπορεί να συντομεύσει χρονοδιαγράμματα σχεδιασμού και ανάπτυξης έως 25%, οδηγώντας σε εξοικονόμηση 10–15% στο συνολικό κόστος.

### **Ενσωμάτωση με Άλλες Τεχνολογίες**

Τα ψηφιακά δίδυμα είναι ευέλικτα και μπορούν να ενσωματωθούν με διάφορες τεχνολογίες αιχμής. Σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από φυσικά συστήματα. Με την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) υποστηρίζουν προγνωστικές αναλύσεις και αυτοματοποιημένες αποφάσεις, ενώ με τα Μεγάλα Δεδομένα επιτρέπουν τη διαχείριση μεγάλων όγκων σύνθετων πληροφοριών. Η ενσωμάτωση με συστήματα SCADA γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ των δεδομένων του φυσικού περιβάλλοντος και της ψηφιακής τους αναπαράστασης.

### **Συνεργασία και Διαφάνεια**

Τα ψηφιακά δίδυμα προσφέρουν κοινή, συνεχώς ενημερωμένη εικόνα του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή διαδικασίας. Αυτή η ορατότητα ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ ομάδων και διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ προμηθευτών, κατασκευαστών και πελατών. Έτσι, οι ροές εργασίας γίνονται πιο διαφανείς, συντονισμένες και ευθυγραμμισμένες με τις συνθήκες σε πραγματικό χρόνο.

## 2.1.2 Για το μελλοντικό εργατικό δυναμικό: δεξιότητες και απασχολησιμότητα

### Απαιτούμενες Νέες Δεξιότητες

Η ενσωμάτωση των ψηφιακών διδύμων σε βιομηχανικά περιβάλλοντα αναδιαμορφώνει τις δεξιότητες που απαιτούνται από τους επαγγελματίες. Οι εργαζόμενοι πρέπει να μπορούν να διαβάζουν και να ερμηνεύουν ψηφιακά δεδομένα, όπως πίνακες ελέγχου, γραφήματα και δείκτες απόδοσης (KPI), καθώς και πληροφορίες από αισθητήρες και συστήματα παρακολούθησης, προσομοιώσεις και προγνωστικά σενάρια. Π.χ. ένας χειριστής γραμμής παραγωγής πρέπει να αναλύει δεδομένα κραδασμών και θερμοκρασίας κινητήρα για να αναγνωρίζει πότε χρειάζεται συντήρηση.

Πέρα από τα δεδομένα, οι επαγγελματίες πρέπει να αλληλεπιδρούν με ψηφιακές διεπαφές και εικονικά περιβάλλοντα: χρήση Διεπαφής Ανθρώπου-Μηχανής (HMI), πλοήγηση σε τρισδιάστατα ψηφιακά δίδυμα και εξοικείωση με εργαλεία Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) / Εικονική Πραγματικότητα (VR). Π.χ. τεχνικός συντήρησης μπορεί να εξερευνήσει εικονικό αντίγραφο εγκατάστασης για να σχεδιάσει παρέμβαση χωρίς φυσική πρόσβαση.

Η ψηφιακή αντιμετώπιση προβλημάτων είναι επίσης κρίσιμη: εντοπισμός ανωμαλιών μέσω ψηφιακών εργαλείων, προσομοίωση για διάγνωση και συνεργασία με τεχνικές ομάδες για λύσεις. Π.χ. συντηρητής μπορεί να προσομοιώσει αντικατάσταση εξαρτήματος στο δίδυμο πριν ενεργήσει φυσικά.

Απαραίτητη είναι και η κατανόηση ψηφιοποιημένων βιομηχανικών διαδικασιών: εξοικείωση με αυτοματοποιημένες ροές εργασίας, παρακολούθηση διαδικασιών που βασίζονται σε λογισμικό και ευελιξία σε διασυνδεδεμένα συστήματα. Π.χ. χειριστής logistics πρέπει να γνωρίζει πώς οι τροποποιήσεις στο δίδυμο αποθήκης επηρεάζουν αποθέματα.

Τέλος, η ψηφιακή συνεργασία και η τεχνική επικοινωνία είναι καθοριστικές: κοινή χρήση δεδομένων και αναφορών μεταξύ τμημάτων, επικοινωνία με μηχανικούς, αναλυτές και προγραμματιστές, και συμμετοχή σε αποφάσεις βάσει δεδομένων. Π.χ. ομάδα παραγωγής μπορεί να χρησιμοποιεί το δίδυμο για συντονισμό προσαρμογών και ευθυγράμμιση όλων των μερών.

## Ιεμβαθύνουσα και Πρακτική Εκπαίδευση

Τα ψηφιακά δίδυμα προσφέρουν επίσης έναν ισχυρό πόρο για εκπαίδευση και κατάρτιση. Δημιουργούν ρεαλιστικά, διαδραστικά και χωρίς κινδύνους μαθησιακά περιβάλλοντα όπου οι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με εικονικά συστήματα και να εξερευνήσουν σύνθετα σενάρια με ασφάλεια. Αυτή η πρακτική προσέγγιση τους βοηθά να αναπτύξουν όχι μόνο τεχνικές δεξιότητες, αλλά και εγκάρσιες ικανότητες όπως η επίλυση προβλημάτων, η κριτική σκέψη και η ψηφιακή συνεργασία — δεξιότητες που είναι απαραίτητες στα σύγχρονα βιομηχανικά περιβάλλοντα.

## Απασχολησιμότητα και Προσαρμοστικότητα

Η εκπαίδευση με ψηφιακά δίδυμα βελτιώνει σημαντικά την απασχολησιμότητα των φοιτητών. Τους προετοιμάζει να εργαστούν σε εξαιρετικά αυτοματοποιημένα και τεχνολογικά προηγμένα περιβάλλοντα, ενώ παράλληλα τους εξοπλίζει για να αναλάβουν αναδυόμενους ρόλους σε τομείς όπως η έξυπνη συντήρηση, ο ψηφιακός σχεδιασμός και η διαχείριση βιομηχανικών δεδομένων. Η ικανότητά τους να προσαρμόζονται σε ταχέως εξελισσόμενους χώρους εργασίας καθίσταται πολύτιμο πλεονέκτημα στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0.

## 2.2 Επιπτώσεις στα προγράμματα επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης, πώς τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να επηρεάσουν την τεχνική κατάρτιση

### Μετασχηματισμός της Παραδοσιακής Διδασκαλίας

Η ενσωμάτωση των Ψηφιακών Διδύμων στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK) αντιπροσωπεύει μια σημαντική μετατόπιση από την παραδοσιακή, θεωρητικά βασισμένη διδασκαλία σε μια πιο βιωματική, καθηλωτική και διαδραστική μορφή μάθησης. Αντί να λαμβάνουν παθητικά πληροφορίες, οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά σε προσομοιώσεις που αναπαράγουν πραγματικά βιομηχανικά σενάρια. Μπορούν να αλληλεπιδράσουν με εικονικές αναπαραστάσεις εγκαταστάσεων, μηχανημάτων ή διαδικασιών παραγωγής και να εξερευνήσουν πολύπλοκες καταστάσεις σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Αυτή η πρακτική προσέγγιση όχι μόνο ενισχύει το κίνητρο και τη συμμετοχή, αλλά και ενθαρρύνει μεγαλύτερη ευθύνη για τα μαθησιακά αποτελέσματα. Επιπλέον, υποστηρίζει τη συνεργασία μεταξύ ομοτίμων και επιτρέπει πιο δυναμικές μορφές αξιολόγησης.

### Προσαρμοσμένες Διαδρομές Εκπαίδευσης

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των Ψηφιακών Διδύμων είναι η ευελιξία τους, η οποία επιτρέπει εξαιρετικά εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες. Το περιεχόμενο της εκπαίδευσης μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταιριάζει στο τρέχον επίπεδο δεξιοτήτων του μαθητή, ενώ παράλληλα να εξυπηρετεί διαφορετικούς επαγγελματικούς στόχους. Αυτό καθιστά δυνατή την προσφορά διαφοροποιημένων μαθησιακών διαδρομών και την ενσωμάτωση διεπιστημονικών εννοιών, προωθώντας ένα πιο στοχευμένο και σχετικό εκπαιδευτικό ταξίδι για κάθε μαθητή.

### Ανάπτυξη Επιχειρησιακών και Ψηφιακών Δεξιοτήτων

Μέσω της χρήσης των Ψηφιακών Διδύμων, οι φοιτητές αποκτούν ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών και ψηφιακών δεξιοτήτων. Μαθαίνουν πώς να διαβάζουν και να ερμηνεύουν δεδομένα από ψηφιακά συστήματα, να χειρίζονται πίνακες HMI (Human-Machine Interaction, Διεπαφή Ανθρώπου-Μηχανής), να πλοηγούνται σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα και να συνεργάζονται σε ψηφιακές ομάδες. Η λήψη αποφάσεων καθίσταται βασική ικανότητα, καθώς οι φοιτητές χρησιμοποιούν προσομοιώσεις για να δοκιμάσουν διάφορες προσεγγίσεις και στρατηγικές. Αυτές οι εμπειρίες τους προετοιμάζουν για σύγχρονους, άκρως αυτοματοποιημένους χώρους εργασίας όπου η αλληλεπίδραση με τα κυβερνοφυσικά συστήματα είναι συνηθισμένη. Ταυτόχρονα, αναπτύσσουν βασικές ήπιες δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων, η κριτική σκέψη και η αποτελεσματική επικοινωνία, μαζί με εξοικείωση με εικονικά περιβάλλοντα εργασίας.

### **Μάθηση με βάση τα συμφραζόμενα**

Τα Ψηφιακά Δίδυμα προσφέρουν ευκαιρίες μάθησης με βάση τα συμφραζόμενα, επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με εικονικά περιβάλλοντα που αντικατοπτρίζουν πιστά βιομηχανικά συστήματα. Έτσι κατανοούν πώς λειτουργούν στην πράξη πολύπλοκα μηχανήματα και διαδικασίες, παρατηρούν τις άμεσες επιπτώσεις τροποποιήσεων ή σφαλμάτων και αποκτούν συστηματική κατανόηση των ροών παραγωγής. Π.χ. φοιτητής μηχανικής μπορεί να προγραμματίσει ρομποτικό βραχίονα και να τον δει να αλληλεπιδρά με εικονική γραμμή συναρμολόγησης, αποκτώντας γνώσεις χωρίς φυσικό κίνδυνο.

### **Ανάπτυξη Επιχειρησιακών και Διαδικαστικών Δεξιοτήτων**

Η χρήση των Ψηφιακών Διδύμων ενισχύει την ανάπτυξη τεχνικών και διαδικαστικών δεξιοτήτων. Οι μαθητές εξασκούνται σε διαγνωστική και προγνωστική συντήρηση αναλύοντας δεδομένα αισθητήρων και εκτελώντας προσομοιώσεις, μαθαίνουν να ελέγχουν διαδικασίες προσαρμόζοντας παραμέτρους σε εικονικό περιβάλλον και αποκτούν εμπειρία διαχείρισης ασφάλειας μέσω προσομοιωμένων σεναρίων έκτακτης ανάγκης. Έτσι εδραιώνουν ικανότητες πριν εισέλθουν σε πραγματικό περιβάλλον. Π.χ. μπορούν να προσομοιώσουν δυσλειτουργίες και να σχεδιάσουν παρεμβάσεις συντήρησης σε εικονικό χώρο.

### **Ολοκληρωμένες Ψηφιακές Δεξιότητες**


Εκτός από τεχνική εξειδίκευση, τα Ψηφιακά Δίδυμα βοηθούν στην ανάπτυξη διατομεακών ψηφιακών δεξιοτήτων: πλοήγηση σε τρισδιάστατες διεπαφές Διεπαφές Ανθρώπου-Μηχανής (HMI), ερμηνεία τεχνικών δεδομένων και χρήση λογισμικού μοντελοποίησης/προσομοίωσης. Π.χ. στη Γεωργία ακριβείας μπορούν να χρησιμοποιούν ψηφιακούς πίνακες ελέγχου για παρακολούθηση και διαχείριση άρδευσης και λίπανσης, εφαρμόζοντας ψηφιακά εργαλεία σε πραγματικές προκλήσεις.

### **Προσαρμοστική και Εξατομικευμένη Εκπαίδευση**

Τα Ψηφιακά Δίδυμα υποστηρίζουν προσαρμοστική μάθηση επιτρέποντας την προσαρμογή εκπαιδευτικού περιεχομένου και δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο. Έτσι κάθε μαθητής ακολουθεί πορεία ευθυγραμμισμένη με τις ικανότητές του, τις επαγγελματικές του φιλοδοξίες και τις τεχνικές απαιτήσεις του τομέα του. Ένας αρχάριος μπορεί να ξεκινήσει με καθοδηγούμενες ασκήσεις, ενώ πιο προχωρημένοι μαθητές να ασχοληθούν με σύνθετα σενάρια που δοκιμάζουν τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων.

## **Αξιολόγηση Πραγματικών Δεξιοτήτων**

Ένα άλλο πλεονέκτημα της τεχνολογίας Ψηφιακών Διδύμων είναι η ικανότητά της να διευκολύνει την ρεαλιστική και βασισμένη σε δεδομένα αξιολόγηση. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρακολουθούν τις ενέργειες και τα αποτελέσματα των μαθητών εντός της προσομοίωσης, παρέχοντας μια αντικειμενική βάση για την αξιολόγηση των τεχνικών δεξιοτήτων. Οι αξιολογήσεις μπορούν να είναι διαμορφωτικές, προσφέροντας άμεση ανατροφοδότηση για την καθοδήγηση της βελτίωσης, και αυθεντικές, καθώς λαμβάνουν χώρα σε περιβάλλοντα που μιμούνται στενά τις συνθήκες του πραγματικού κόσμου. Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός μπορεί να αξιολογήσει την ικανότητα ενός μαθητή να αντιμετωπίσει ένα προσομοιωμένο τεχνικό πρόβλημα σε μια εικονική εγκατάσταση, αποκτώντας σαφείς πληροφορίες σχετικά με την ετοιμότητά του για εργασίες στον χώρο εργασίας.



## **2.3 Γεφυρώνοντας το χάσμα δεξιοτήτων: πώς η τεχνολογία των ψηφιακών διδύμων μπορεί να βελτιώσει την απασχολησιμότητα.**

### **Σύνδεση Εκπαίδευσης και Βιομηχανίας**

Μία από τις πιο πιεστικές προκλήσεις στην τεχνική και επαγγελματική εκπαίδευση είναι το επίμονο χάσμα μεταξύ των δεξιοτήτων που απαιτεί η βιομηχανία και εκείνων που αποκτούν οι μαθητές. Τα Ψηφιακά Δίδυμα προσφέρουν ισχυρό τρόπο γεφύρωσης αυτού του χάσματος. Αντιγράφοντας πιστά βιομηχανικά περιβάλλοντα, μηχανήματα και διαδικασίες, φέρνουν τον χώρο εργασίας στην τάξη. Έτσι οι μαθητές ασχολούνται με ρεαλιστικά σενάρια σε εικονικό περιβάλλον, αποκτώντας πρακτική εμπειρία ακόμη και όταν η πρόσβαση σε πολύπλοκο ή δαπανηρό εξοπλισμό είναι περιορισμένη. Ως αποτέλεσμα, η εκπαίδευση ευθυγραμμίζεται περισσότερο με τις τρέχουσες τεχνολογίες του κλάδου.

### **Ανάπτυξη Προηγμένων Τεχνικών Δεξιοτήτων**

Μέσω των Ψηφιακών Διδύμων, οι φοιτητές αναπτύσσουν τεχνικές δεξιότητες υψηλού επιπέδου που είναι ολοένα πιο σχετικές στη βιομηχανία. Εξοικειώνονται με ψηφιακά εργαλεία και Διεπαφές Ανθρώπου-Μηχανής (HMI), και μαθαίνουν να διαβάζουν δεδομένα από αισθητήρες και συστήματα Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT). Επιπλέον, αποκτούν επιχειρησιακή εμπειρία δουλεύοντας σε εικονικές εγκαταστάσεις που προσομοιώνουν πραγματικές εργασίες — όπως συντήρηση, ποιοτικό έλεγχο ή διαχείριση ροών logistics — αναπτύσσοντας ικανότητες και αυτοπεποίθηση πριν εισέλθουν στην αγορά εργασίας.

## Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα

Τα Ψηφιακά Δίδυμα υποστηρίζουν μάθηση βασισμένη σε προβλήματα, όπου οι μαθητές επιλύουν προκλήσεις του πραγματικού κόσμου. Η εκπαίδευση μπορεί να οργανωθεί γύρω από εργασίες όπως διάγνωση βλαβών, βελτιστοποίηση παραγωγικών διαδικασιών ή λήψη λειτουργικών αποφάσεων σε προσομοιωμένα γεγονότα. Κρίσιμα σενάρια — βλάβες συστημάτων, καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, μεταβολές ζήτησης — μπορούν να προσομοιωθούν για να δοκιμαστεί η ανταπόκριση και η συλλογιστική των μαθητών. Αυτή η μεθοδολογία ενθαρρύνει διεπιστημονική συνεργασία, συνδυάζοντας γνώσεις μηχανικής, ηλεκτρονικής, πληροφορικής και εφοδιαστικής, αντικατοπτρίζοντας τη σύνθετη φύση των σύγχρονων βιομηχανικών περιβαλλόντων.

Ευθυγράμμιση με τις Επιχειρηματικές Απαιτήσεις

Καθώς οι εταιρείες υιοθετούν τις τεχνολογίες Βιομηχανία 4.0, αναζητούν επαγγελματίες που κατανοούν και διαχειρίζονται πολύπλοκα ψηφιακά συστήματα, προσαρμόζονται γρήγορα σε νέα εργαλεία και ροές εργασίας και συνεργάζονται αποτελεσματικά σε συχνά εικονικά περιβάλλοντα. Η εκπαίδευση που βασίζεται στα Ψηφιακά Δίδυμα βοηθά στην κάλυψη αυτών των αναγκών, εξοπλίζοντας τους φοιτητές με την τεχνολογική ευχέρεια και ευελιξία που απαιτεί ο σύγχρονος χώρος εργασίας. Έτσι, η εκπαίδευση ανταποκρίνεται καλύτερα στις απαιτήσεις των εργοδοτών, ενισχύοντας την απασχολησιμότητα και μειώνοντας τον χρόνο εκπαίδευσης στην πράξη.



## 2.4 Στρατηγικές για την ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ του συστήματος ΕΕΚ και της Βιομηχανίας 4.0

Ο πρωταρχικός στόχος είναι η οικοδόμηση ενός ισχυρού οικοσυστήματος βιομηχανικής κατάρτισης που μπορεί να ανταποκριθεί αποτελεσματικά στις προκλήσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού, προετοιμάζοντας παράλληλα ένα εργατικό δυναμικό εξοπλισμένο με τις απαραίτητες δεξιότητες για το μέλλον. Αυτό περιλαμβάνει την επανεξέταση της σχέσης μεταξύ εκπαίδευσης και βιομηχανίας και την ενίσχυση της στενότερης συνεργασίας μέσω κοινών πόρων, κοινά σχεδιασμένων μαθησιακών διαδρομών και καινοτόμων περιβαλλόντων κατάρτισης.

### **Συν-Σχεδιασμός Μαθημάτων Κατάρτισης**

Μία από τις πιο αποτελεσματικές στρατηγικές για την ευθυγράμμιση της εκπαίδευσης με τις ανάγκες της αγοράς εργασίας είναι ο συν-σχεδιασμός προγραμμάτων σπουδών μεταξύ σχολείων και εταιρειών. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση διασφαλίζει ότι το περιεχόμενο της κατάρτισης αντικατοπτρίζει τις τρέχουσες απαιτήσεις του κλάδου και τις τεχνολογικές εξελίξεις. Επιτρέπει την ενσωμάτωση εννοιών που επικεντρώνονται σε αναδυόμενες τεχνολογίες - όπως τα Ψηφιακά Δίδυμα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και η Τεχνητή Νοημοσύνη - και ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή των επαγγελματιών του επιχειρηματικού κόσμου στη διδακτική διαδικασία. Η εμπειρογνομοσύνη τους φέρνει στην τάξη προοπτικές του πραγματικού κόσμου, εμπλουτίζοντας την μαθησιακή εμπειρία.

### **Εργαστήρια και Προσομοιωμένα Περιβάλλοντα**

Η δημιουργία τεχνολογικών εργαστηρίων που είναι προσβάσιμα τόσο σε σχολεία όσο και σε εταιρείες αποτελεί ένα ακόμη βασικό βήμα στην ενίσχυση της σύνδεσης μεταξύ εκπαίδευσης και βιομηχανίας. Αυτοί οι κοινόχρηστοι χώροι επιτρέπουν στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με προηγμένες τεχνολογίες -συμπεριλαμβανομένων των Ψηφιακών Διδύμων, της ρομποτικής και της επαυξημένης πραγματικότητας- και να αποκτούν πρακτική εμπειρία σε προσομοιωμένα περιβάλλοντα που μοιάζουν πολύ με τα πραγματικά περιβάλλοντα παραγωγής. Μια τέτοια εμπειρία όχι μόνο ενισχύει την τεχνική επάρκεια, αλλά και ενισχύει την αυτοπεποίθηση στην πλοήγηση σε ψηφιοποιημένους χώρους εργασίας.

### **Πρακτική Άσκηση, Πρακτική Άσκηση και Διπλή Μαθητεία**

Οι ευκαιρίες μάθησης στον χώρο εργασίας διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην επαγγελματική ανάπτυξη. Προγράμματα όπως η πρακτική άσκηση και η διπλή μαθητεία παρέχουν στους φοιτητές άμεση πρόσβαση στον χώρο εργασίας, όπου μπορούν να εφαρμόσουν τις δεξιότητές τους σε πρακτικά πλαίσια και να μάθουν από έμπειρους επαγγελματίες. Αυτές οι εμπειρίες είναι επίσης κρίσιμες για την ανάπτυξη βασικών ήπιων δεξιοτήτων όπως η αυτονομία, η επικοινωνία και η προσαρμοστικότητα. Επιπλέον, τα έργα επίλυσης προβλημάτων που ανατίθενται κατά τη διάρκεια των τοποθετήσεων βοηθούν τους φοιτητές να ενισχύσουν την κριτική τους σκέψη και τις ικανότητές τους στη λήψη αποφάσεων σε πραγματικές συνθήκες.

## Τοπικά Δίκτυα και Στρατηγικές Συνεργασίες

Για να ενισχύσουν την ικανότητά τους για καινοτομία και ανταπόκριση, τα σχολεία συμμετέχουν ολοένα και περισσότερο σε τοπικά δίκτυα και σχηματίζουν στρατηγικές συνεργασίες με άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα, εταιρείες και δημόσιους φορείς. Αυτές οι συνεργασίες διευκολύνουν την ανταλλαγή πόρων, εμπειριών και βέλτιστων πρακτικών. Επίσης, καθιερώνουν έναν δομημένο διάλογο με την τοπική επιχειρηματική κοινότητα, επιτρέποντας στα σχολεία να παραμένουν ενήμερα για τις εξελισσόμενες ανάγκες του κλάδου. Επιπλέον, η συμμετοχή σε εθνικά και ευρωπαϊκά προγράμματα χρηματοδότησης - όπως το Erasmus+, το PNRR ή το Digital Europe - μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη κοινών πρωτοβουλιών και την κλιμάκωση επιτυχημένων μοντέλων.

## Ψηφιακές πλατφόρμες για συνεργασία

Οι ψηφιακές πλατφόρμες χρησιμεύουν ως ισχυρά εργαλεία για τον συντονισμό και τη διαχείριση έργων κατάρτισης που περιλαμβάνουν πολλαπλά ενδιαφερόμενα μέρη. Επιτρέπουν στα σχολεία και τις εταιρείες να συνεργάζονται πιο αποτελεσματικά, να παρακολουθούν την πρόοδο και την απόκτηση δεξιοτήτων των μαθητών και να αντιστοιχίζουν τους μαθητές με σχετικές ευκαιρίες εργασίας. Παραδείγματα περιλαμβάνουν διαδικτυακές πύλες για τη διαχείριση πρακτικών ασκήσεων, πλατφόρμες για την οργάνωση και την παρακολούθηση δραστηριοτήτων του Ψηφιακού Διδύμου και εικονικά περιβάλλοντα για την παροχή εξ αποστάσεως μάθησης. Αυτές οι τεχνολογίες συμβάλλουν σε ένα πιο ολοκληρωμένο και δυναμικό οικοσύστημα μάθησης, όπου η εκπαίδευση και η βιομηχανία συνεργάζονται για να διαμορφώσουν το εργατικό δυναμικό του αύριο.



### 3. Παιδαγωγικές Στρατηγικές για Διδασκαλία με Ψηφιακά Δίδυμα

Τα Ψηφιακά Δίδυμα είναι εικονικές αναπαραστάσεις φυσικών συστημάτων σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας καθηλωτικές, διαδραστικές και βασισμένες σε δεδομένα εμπειρίες που μπορούν να μεταμορφώσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση. Εδώ, θα θέλαμε να παρουσιάσουμε ορισμένες αποτελεσματικές παιδαγωγικές στρατηγικές για την ενσωμάτωση των Ψηφιακών Διδύμων στην εκπαίδευση των κτηνιάτρων σε διάφορα πλαίσια. Θα θέλαμε να τα απαριθμήσουμε παρακάτω:

- Βιωματική Μάθηση (όταν χρησιμοποιούμε Ψηφιακά Δίδυμα για πρακτικές εμπειρίες βασισμένες σε προσομοιώσεις). Οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το δίδυμο ενός φυσικού συστήματος για να εξερευνήσουν σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος και να εξασκηθούν στην επίλυση προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο. Η Παιδαγωγική Βάση εδώ είναι ο Κύκλος Βιωματικής Μάθησης του Kolb (Συγκεκριμένη Εμπειρία → Αναστοχαστική Παρατήρηση → Αφηρημένη Σύλληψη → Ενεργός Πειραματισμός).
- Μάθηση Βασισμένη στην Έρευνα (διευθύνουμε μαθήματα πλαισίου γύρω από ανοιχτές ερωτήσεις και προβλήματα που οι μαθητές διερευνούν χρησιμοποιώντας το ψηφιακό δίδυμο). Για παράδειγμα, οι μαθητές θα μπορούσαν να διερευνήσουν πώς εφαρμόζονται οι αλλαγές σε ένα ψηφιακό δίδυμο ενός συστήματος HVAC. Αυτό που κάνουμε εδώ είναι να προωθήσουμε την επιστημονική συλλογιστική, την κριτική σκέψη και τη βαθιά κατανόηση.
- Μάθηση Βασισμένη σε Έργα (Project Based Learning - PBL) (ζητάμε από τους μαθητές να σχεδιάσουν, να κάνουν δοκιμές και να επαναλάβουν λύσεις χρησιμοποιώντας ψηφιακά δίδυμα σε μακροπρόθεσμα, συνεργατικά έργα). Οι φοιτητές κτηνιατρικής μπορούν να αναπτύξουν και να βελτιστοποιήσουν ορισμένες διαδικασίες χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό δίδυμο μιας περιοχής. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συνεργατικές πλατφόρμες και έλεγχο έκδοσης για επαναληπτική ανάπτυξη).
- Μάθηση Βασισμένη σε Προβλήματα (εδώ θα μπορούσαμε να παρουσιάσουμε προβλήματα πραγματικού κόσμου που μοντελοποιούνται στο περιβάλλον Ψηφιακών Διδύμων). Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ένα ψηφιακό δίδυμο μιας κτηνιατρικής εγκατάστασης επεξεργασίας για την αντιμετώπιση ζητημάτων μόλυνσης. Σε αυτήν την περίπτωση, θα μπορούσαμε να ενθαρρύνουμε την εφαρμογή διεπιστημονικής γνώσης σε αυθεντικά πλαίσια.

- Σκαλωσιά και Προσαρμοστική Μάθηση (εδώ θα μπορούσαμε να εισαγάγουμε σταδιακά την πολυπλοκότητα χρησιμοποιώντας Δεδομένα Μάθησης (DTs) με ενσωματωμένες αναλύσεις ή ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο). Μπορούμε να ξεκινήσουμε με βασική λειτουργικότητα και στη συνέχεια να προσθέσουμε επίπεδα δεδομένων (π.χ., IoT, προγνωστική ανάλυση) καθώς οι μαθητές προχωρούν.
- Αναστοχαστική Μάθηση (εδώ, σε αυτή τη μέθοδο, θα μπορούσαμε να ενθαρρύνουμε τους μαθητές να αναλογιστούν τις ενέργειές τους εντός του ΨΔ, αναλύοντας τι λειτούργησε, τι όχι και γιατί). Αυτό που θα μπορούσε να βοηθήσει είναι η διατήρηση ημερολογίων μάθησης ή η χρήση δομημένων προτροπών αναστοχασμού μετά από προσομοιώσεις.
- Συνεργατική Μάθηση (εδώ θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τα Ψηφιακά Δίδυμα σε ομαδικό περιβάλλον για να ενισχύσουμε την επικοινωνία, τη διαπραγμάτευση και την κοινή επίλυση προβλημάτων). Σε ένα εικονικό ψηφιακό δίδυμο εργοστασίου, οι μαθητές μπορούν να αναλάβουν διαφορετικούς ρόλους (π.χ. χειριστής, μηχανικός, διευθυντής) για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις παραγωγής.
- Παιχνιδοποίηση και Κίνητρο (θα μπορούσαμε να προσθέσουμε στοιχεία που μοιάζουν με παιχνίδι, όπως προκλήσεις, badges και leaderboards στο περιβάλλον ΨΔ). Επιβραβεύστε αποτελεσματικά σχέδια συστημάτων ή καινοτόμες λύσεις χρησιμοποιώντας μετρήσεις δεδομένων πραγματικού κόσμου. Πρέπει να διασφαλίσουμε ότι οι μηχανισμοί του παιχνιδιού υποστηρίζουν τους μαθησιακούς στόχους αντί να αποσπών την προσοχή από αυτούς.
- Ανεστραμμένης Τάξης (θα μπορούσαμε να αναθέσουμε τις αλληλεπιδράσεις ΨΔ ως εργασία πριν ή μετά το μάθημα για να μεγιστοποιήσουμε τη συζήτηση και την ανάλυση στην τάξη). Οι μαθητές εξερευνούν ένα ψηφιακό δίδυμο ενός ενεργειακού δικτύου κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και στη συνέχεια συζητούν στρατηγικές βιωσιμότητας στην τάξη, κατά τη διάρκεια εργαστηρίων).
- Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση (θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε δεδομένα από τις αλληλεπιδράσεις του ΨΔ για να αξιολογήσουμε τα μαθησιακά αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο. Θα μπορούσαμε να έχουμε δύο τύπους Αξιολόγησης:
  - Διαμορφωτική: παρακολουθήστε τις αποφάσεις των χρηστών και παρέχετε σχόλια σε πραγματικό χρόνο.
  - Συνοπτική παρουσίαση: αξιολόγηση της τελικής απόδοσης του συστήματος ή αναφορών που δημιουργούνται από τους μαθητές.

Επίσης, εδώ στο έργο DiTwin θα μπορούσαμε να βρούμε πρακτικές εργασίες όπου οι μαθητές δημιουργούν και αλληλεπιδρούν με ψηφιακά δίδυμα, οργανωμένα ανά επίπεδο δεξιοτήτων και γνωστικό αντικείμενο. Αυτές οι εργασίες προάγουν τη βαθιά μάθηση, την επίλυση προβλημάτων και τον ψηφιακό γραμματισμό, τοποθετώντας τους μαθητές σε ενεργούς ρόλους ως σχεδιαστές, αναλυτές ή χειριστές ψηφιακών συστημάτων.

Ο κύριος στόχος είναι η κατανόηση της έννοιας ενός Ψηφιακό Δίδυμο (ΨΔ) και η βασική αλληλεπίδραση με αυτό. Σημαντικό είναι επίσης να ξεκινήσει ο σχεδιασμός ή η μερική κατασκευή ενός ΨΔ και να εφαρμοστεί ανάλυση και επαναληπτική βελτίωση. Ενδεικτικές εργασίες:

- Εξερεύνηση προκατασκευασμένου ΨΔ
- Τροποποίηση παραμέτρων σε ΨΔ
- Δημιουργία ΨΔ ενός απλού φυσικού αντικειμένου
- Προσομοίωση και βελτιστοποίηση φυσικού συστήματος
- Δημιουργία ΨΔ ενός «έξυπνου» δωματίου ή εργαστηρίου
- Σχεδιασμός συστήματος προγνωστικής συντήρησης

Επισημαίνονται επίσης οι βελτιώσεις Cross-Task:

- Ημερολόγια Αναστοχασμού: καταγραφή παρατηρήσεων, αλλαγών και μαθησιακών αποτελεσμάτων
- Αξιολογήσεις από Ομότιμους: οι ομάδες αξιολογούν τα μοντέλα ή μία της άλλης για ρεαλισμό, χρηστικότητα, αποτελεσματικότητα
- Mini Hackathon: χρονομετρημένες προκλήσεις όπου οι μαθητές λύνουν προβλήματα με χρήση/τροποποίηση των ΨΔ τους

Η χρήση ΨΔ για δοκιμή διεργασιών σε εικονικά περιβάλλοντα πριν από εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο είναι από τις πιο ισχυρές και πρακτικές εφαρμογές της τεχνολογίας, ειδικά στην εκπαίδευση, τη μηχανική, τις επιχειρήσεις και τον σχεδιασμό συστημάτων.

Η δοκιμή διαδικασιών σε ΨΔ σημαίνει προσομοίωση ροών εργασίας, συστημάτων ή συμπεριφορών σε ψηφιακό περιβάλλον που αντικατοπτρίζει συνθήκες πραγματικού κόσμου πριν την υλοποίηση.

- Επιτρέπει ασφαλή δοκιμή, σφάλμα, βελτιστοποίηση και πρόβλεψη αποτελεσμάτων
- Εφαρμόζεται σε μηχανική, μεταποίηση, υγειονομική περίθαλψη, αστικό σχεδιασμό, εφοδιαστική

Η παροχή διαδικτυακού υλικού (βίντεο, προσομοιώσεις, διαδραστικές ενότητες) πριν από πρακτικές συνεδρίες σε περιβάλλον ΨΔ είναι αποτελεσματική στρατηγική Ανεστραμμένη Τάξη. Προετοιμάζει γνωστικά τους μαθητές, ώστε να εμπλακούν βαθύτερα κατά την πρακτική εξάσκηση με το ΨΔ.

Γιατί να χρησιμοποιήσετε υλικό πριν από την τάξη με ψηφιακά δίδυμα;

Οφελος	Αντίκτυπος
Καλύτερη ετοιμότητα	Οι μαθητές φτάνουν με βασικές γνώσεις, έτοιμοι να εφαρμόσουν έννοιες.
Μεγιστοποιημένο ς χρόνος πρακτικής εξάσκησης	Λιγότερος χρόνος αφιερωμένος σε εξηγήσεις, περισσότερος χρόνος αφιερωμένος σε πειραματισμούς.
Υποστηρίζει Ποικίλα Στυλ Μάθησης	Οι οπτικοί (βίντεο), οι κιναισθητικοί (προσομοιώσεις) και οι ακουστικοί (αφήγηση) μαθητές ωφελούνται όλοι.
Βελτιωμένα Μαθησιακά Αποτελέσματα	Ενισχύει τη γνώση μέσω προκαταρκτικής μελέτης και ενεργητικής εξάσκησης.

Συνιστώμενο διαδικτυακό υλικό πριν από δραστηριότητες που βασίζονται σε ψηφιακά δίδυμα:

#### A) Βίντεο εισαγωγής ιδέας

- Τι: Σύντομες (5–10 λεπτά) επεξηγήσεις βασικών εννοιών και διαδικασιών που σχετίζονται με το θέμα της Ψηφιακής Μάθησης.
- Παραδείγματα θεμάτων:
  - Πώς λειτουργεί ένα ψηφιακό δίδυμο
  - Ροή και ερμηνεία δεδομένων αισθητήρων
  - Επισκόπηση του συστήματος που μοντελοποιείται (π.χ., HVAC, ανεμογεννήτρια)

#### Β) Καθοδηγούμενες οδηγίες προσομοίωσης

- Τι: Διαδραστικές ενότητες ή προβολές οθόνης που δείχνουν πώς να πλοηγηθείτε στη διεπαφή του ΨΔ , να προσαρμόσετε μεταβλητές και να αναλύσετε αποτελέσματα.
- Εργαλεία προς χρήση:
  - Ενσωμάτωση LMS (π.χ., Moodle, Canvas): Ενσωμάτωση προσομοιώσεων με κουίζ.
  - H5P: Διαδραστικά βίντεο-κουίζ ή σενάρια διακλάδωσης.

#### Γ) Προεργαστηριακές Εργασίες

- Τι: Κουίζ ή φύλλα εργασίας χαμηλού διακυβεύματος που διασφαλίζουν ότι οι μαθητές:
  - Μαθαίνουν τι προσομοιώνει το ΨΔ
  - Κατανοούν βασικές μεταβλητές και ελέγχους
  - Μπορούν να ερμηνεύσουν απλές μετρήσεις εξόδου
- Στόχος: Ενεργοποίηση προηγούμενης γνώσης και έλεγχος κατανόησης.

#### Δ) Σχολιασμένα μοντέλα συστημάτων ή πίνακες ελέγχου

- Τι: Παρέχετε στιγμιότυπα οθόνης ή διαδραστικές προεπισκοπήσεις του συστήματος ΨΔ με εξηγήσεις.
- Σκοπός: Εξοικείωση των μαθητών με τα στοιχεία και τους ρόλους τους πριν από την πρακτική εξάσκηση.

#### Ε) Βίντεο μελέτης περίπτωσης από τον πραγματικό κόσμο

- Τι: Σύντομα βίντεο που δείχνουν πώς χρησιμοποιούνται παρόμοια ψηφιακά δίδυμα στη βιομηχανία (π.χ. έξυπνα δίκτυα, συντήρηση αεροσκαφών).
- Αποτέλεσμα: Αυξάνει τη συνάφεια και το κίνητρο.

Η ενθάρρυνση της ομαδικής εργασίας στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων της βιομηχανίας με τη χρήση ψηφιακών διδύμων ενισχύει τη συνεργασία, την κριτική σκέψη και την ετοιμότητα για τον πραγματικό κόσμο. Τα ψηφιακά δίδυμα παρέχουν μια ιδανική πλατφόρμα για αυτό, επειδή αντικατοπτρίζουν πολύπλοκα συστήματα, ακριβώς το είδος των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι ομάδες στη βιομηχανία.

Γιατί να χρησιμοποιήσετε την ομαδική εργασία στη μάθηση που βασίζεται σε Ψηφιακά Δίδυμα;

Όφελος	Εξήγηση
Προσομοιώνει τις συνθήκες του κλάδου	Τα Ψηφιακά Δίδυμα στον πραγματικό κόσμο περιλαμβάνουν διεπιστημονικές ομάδες.
Ενισχύει την επικοινωνία και τη συνεργασία	Οι ομάδες πρέπει να συντονίζουν τις αποφάσεις, τις εργασίες και τις ερμηνείες των δεδομένων.
Βελτιώνει την επίλυση προβλημάτων	Οι διαφορετικές οπτικές γωνίες οδηγούν σε πιο καινοτόμες και βιώσιμες λύσεις.
Χτίζει ήπιες δεξιότητες	Ηγεσία, διαπραγμάτευση, κατανομή ευθυνών—όλα κρίσιμα στον χώρο εργασίας.

## 4. Ρύθμιση δραστηριοτήτων που βασίζονται σε ψηφιακά δίδυμα στην τάξη: ο οδηγός βήμα προς βήμα για τις ενότητες DiTwin

### 4.1 Πώς λειτουργεί το σύστημα

Το σύστημα που αναπτύχθηκε από τη συνεργασία DiTwin επιτρέπει δραστηριότητες πρακτικής και βασισμένης στην εργασία μάθησης (WBL) από απόσταση, παρέχοντας μια τρισδιάστατη προσομοίωση ενός πραγματικού αντικειμένου που συνδέεται με το σύστημα. Αυτό ανοίγει πολλαπλές δυνατότητες, όπως η απλή παρατήρηση του τρόπου λειτουργίας μιας μηχανής στην πραγματική ζωή ή η αλληλεπίδραση με τα συνδεδεμένα μηχανήματα μέσω της προσομοίωσης και η λήψη άμεσης ανατροφοδότησης από αυτά. Το σύστημα DiTwin βασίζεται σε 3 κύρια εργαστήρια:

**Απομακρυσμένο Εργαστήριο για Προσθετική Κατασκευή:** Αυτό το εργαστήριο ενσωματώνει έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή συνδεδεμένο σε δίκτυο με την πλατφόρμα DiTwin για την υποστήριξη δραστηριοτήτων προσθετικής κατασκευής και σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD). Επιτρέπει στους χρήστες να διεξάγουν εικονικές προσομοιώσεις διαδικασιών τρισδιάστατης εκτύπωσης. Μέσω του συστήματος, οι χρήστες μπορούν να στέλνουν τον παραγόμενο κώδικα απευθείας στον τρισδιάστατο εκτυπωτή και να παρακολουθούν τη διαδικασία προσθετικής κατασκευής σε πραγματικό χρόνο μέσω κάμερας web.

**Εργαστήριο Απομακρυσμένου Ρομποτικού Κελιού:** Αυτό το εργαστήριο διαθέτει ένα ρομποτικό κελί κατασκευασμένο γύρω από έναν ρομποτικό βραχίονα τύπου cobot, εξοπλισμένο με αισθητήρες εγγύτητας και μεταφορικό ιμάντα. Όλα τα εξαρτήματα διαχειρίζονται μέσω της μονάδας ελέγχου του ρομποτικού βραχίονα. Ένα ψηφιακό δίδυμο αυτού του ρομποτικού κελιού αναπαράγει όλες τις λειτουργίες του, επιτρέποντας στους μαθητές να προγραμματίζουν εργασίες στο περιβάλλον του ψηφιακού διδύμου. Αυτές οι εργασίες μπορούν στη συνέχεια να αποστέλλονται στο φυσικό ρομποτικό κελί, με την εκτέλεση να παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο μέσω μιας κάμερας web.

**Απομακρυσμένο Εργαστήριο για τη Διαχείριση Παραγωγικών Διαδικασιών σε ένα Περιβάλλον Βιομηχανίας 4.0:** Αυτό το εργαστήριο είναι ένα Κυβερνοφυσικό Εργοστάσιο, σχεδιασμένο να αντικατοπτρίζει το νέο πρότυπο παραγωγής της Βιομηχανίας 4.0. Προσφέρει ένα αρθρωτό σύστημα Έξυπνου Εργοστασίου τόσο για διδασκαλία όσο και για έρευνα, ικανό να αναπαράγει διάφορες διατάξεις αυτοματοποιημένων συστημάτων που χρησιμοποιούνται στη Βιομηχανία 4.0.

Το σύστημα DiTwin μπορεί να χρησιμοποιηθεί από σχολεία και μαθητές χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν κάποιο εξειδικευμένο λογισμικό. Παρόλο που μπορεί να απαιτούνται ορισμένα συνηθισμένα λογισμικά (π.χ. εφαρμογές απομακρυσμένης επιφάνειας εργασίας και εφαρμογές βιντεοδιάσκεψης), οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν μέσω της πλατφόρμας και να κάνουν απευθείας κράτηση για τα μαθήματα που δημιουργούνται.



## 4.2 Οι ενότητες

Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε τρεις ενότητες, με διαφορετικά μαθήματα για κάθε ενότητα.

Οι ενότητες που παράγονται καλύπτουν τα ακόλουθα 3 προφίλ του Πλαισίου Ικανοτήτων DiTwin :

- Προφίλ 1. Τεχνικός Προσθετικής Κατασκευής
- Προφίλ 4. Τεχνικός αυτοματισμού για τη Βιομηχανία 4.0
- Προφίλ 10. Τεχνικός ρομποτικών μηχανημάτων για τη Βιομηχανία 4.0

### Προφίλ 1. Τεχνικός Προσθετικής Κατασκευής

Ένας Τεχνικός Προσθετικής Κατασκευής είναι υπεύθυνος για την ομαλή λειτουργία των μηχανών τρισδιάστατης εκτύπωσης, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, της συντήρησης και των επισκευών του εξοπλισμού. Κατανοεί τα βασικά στοιχεία της προσθετικής κατασκευής, τη λειτουργία διαφορετικών συστημάτων και τα οφέλη κάθε τεχνολογίας. Βασικά καθήκοντα περιλαμβάνουν την προετοιμασία και τη διαχείριση αρχείων εκτύπωσης, τη διασφάλιση της τήρησης των προτύπων ποιότητας, τη διάγνωση και την εκτέλεση συντήρησης και την επιλογή κατάλληλων υλικών εκτύπωσης για συγκεκριμένες εφαρμογές. Εξασφαλίζει τον ποιοτικό έλεγχο σε όλη τη διαδικασία, από την προετοιμασία του συστήματος έως την εκτέλεση βασικών εργασιών στον τρισδιάστατο εκτυπωτή.

### Προφίλ 4. Τεχνικός αυτοματισμού για τη Βιομηχανία 4.0

Ένας Τεχνικός Αυτοματισμού για τη Βιομηχανία 4.0 είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία, την επισκευή και τη συντήρηση βασικών αυτοματοποιημένων συστημάτων σε βιομηχανικά περιβάλλοντα. Έχει μια στέρεη κατανόηση της μηχανικής, του αυτοματισμού, της ρομποτικής, της ηλεκτρολογίας, της ηλεκτρονικής, της πνευματικής και της υδραυλικής. Ο ρόλος του περιλαμβάνει τη λειτουργία Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών (PLC), την παρακολούθηση αυτοματοποιημένων συστημάτων παραγωγής, την εκτέλεση βασικών επισκευών και συντήρησης και την εγκατάσταση αυτοματοποιημένων συστημάτων. Είναι επίσης εξειδικευμένος στην περιγραφή δεικτών συντήρησης και τεχνικών διάγνωσης για να διασφαλίσει την ομαλή λειτουργία των αυτοματοποιημένων διαδικασιών.

## Προφίλ 10. Τεχνικός ρομποτικών μηχανημάτων για τη Βιομηχανία 4.0

Ο Τεχνικός Ρομποτικών Μηχανών για τη Βιομηχανία 4.0 είναι υπεύθυνος για την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση ρομποτικών μηχανών σε βιομηχανικά περιβάλλοντα. Έχει γνώση των εξαρτημάτων, των χαρακτηριστικών και των εφαρμογών των ρομπότ και μπορεί να διακρίνει μεταξύ προηγμένων και συνεργατικών ρομπότ, συμπεριλαμβανομένων των τύπων τους και των διαφορών από τα παραδοσιακά βιομηχανικά ρομπότ. Μπορεί να προγραμματίσει, να εγκαταστήσει και να παρακολουθήσει βιομηχανικούς ρομποτικούς βραχίονες, να εκτελέσει βασική συντήρηση και να εντοπίσει κινδύνους και ζητήματα ασφάλειας κατά τη λειτουργία του ρομπότ. Κατανοεί επίσης τους δείκτες συντήρησης και τις διαγνωστικές τεχνικές για να διασφαλίσει τη βέλτιστη απόδοση του ρομπότ. Οι ενότητες που αναπτύσσονται ευθυγραμμίζονται με τα προφίλ που απαιτούνται από τη Βιομηχανία 4.0 σε χώρες-εταίρους, όπως η Ιταλία, η Ισπανία, η Ιρλανδία, η Ελλάδα και η Πολωνία.

Οι ενότητες του DiTwin βασίζονται στην τεχνολογία Ψηφιακών Διδύμων (Digital Twin) και αναπαράγουν διάφορα τεχνικά συστήματα ή μηχανήματα που σχετίζονται με τα προφίλ που περιγράφηκαν προηγουμένως. Αυτές οι ενότητες επικεντρώνονται σε συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα που συνδέονται με την πρακτική και βιωματική μάθηση, ενώ ευρύτερα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται με τα προφίλ επιτυγχάνονται μέσω του τυπικού προγράμματος σπουδών.

Σε πολλές περιπτώσεις, οι θεωρητικές ή γενικές έννοιες που διδάσκονται κατά τη διάρκεια των τυπικών μαθημάτων χρησιμεύουν ως προϋποθέσεις για την ενασχόληση με τις ενότητες του DiTwin. Αυτές οι ενότητες, οι οποίες προσφέρουν πρακτικές εμπειρίες με τα μηχανήματα που σχετίζονται με διαφορετικά προφίλ, μπορούν να χρησιμεύσουν ως το αποκορύφωμα της μαθησιακής πορείας, επιτρέποντας στους μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει.

Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι οι ενότητες περιορίζονται μόνο στην πρακτική εφαρμογή. Τα συστήματα ψηφιακών διδύμων διευκολύνουν επίσης παρατηρήσεις και δραστηριότητες που βοηθούν στην ανάπτυξη και ενίσχυση τόσο των θεωρητικών όσο και των βασικών γνώσεων που σχετίζονται με τα επιλεγμένα προφίλ.



### 4.3 Βήματα για τη χρήση του συστήματος DiTwin

Το σύστημα προορίζεται για χρήση από χρήστες υπό την επίβλεψη ενός έμπειρου καθηγητή, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν ζημιές στα εργαστήρια λόγω ακατάλληλης χρήσης του εξοπλισμού.

Το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακολουθώντας τα ακόλουθα βήματα:

1. Το πρώτο βήμα συνίσταται στην πρόσβαση στην πλατφόρμα DiTwin ([www.ditwin.eu/ditwin-platform-2/](http://www.ditwin.eu/ditwin-platform-2/)) που είναι διαθέσιμη στον ιστότοπο DiTwin ([www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)). Η πρόσβαση είναι δωρεάν και ανοιχτή.

2. Στην πλατφόρμα DiTwin, ο χρήστης θα επιλέξει μία από τις διαθέσιμες ενότητες. Κάνοντας κλικ στο κουμπί «μετάβαση στην ενότητα» θα βρείτε μια σύντομη περιγραφή της ενότητας και τα σχέδια μαθήματος που έχουν προετοιμαστεί. Οι εκπαιδευτικοί θα κατανοήσουν τις εφαρμόσιμες εκπαιδευτικές δραστηριότητες, αξιολογώντας σε ποιο βαθμό μπορούν να προσαρμοστούν στους μαθησιακούς τους στόχους και τα προγράμματα σπουδών τους.

3. Στο τέλος της σελίδας της Ενότητας μπορείτε να βρείτε μια φόρμα κράτησης. Ο καθηγητής θα πρέπει να συμπληρώσει τα υποχρεωτικά πεδία και να υποδείξει το συγκεκριμένο μάθημα και την περίοδο που επιθυμεί να παρακολουθήσει την εκπαιδευτική συνεδρία. Με την υποβολή, το μήνυμα θα σταλεί σε ένα συγκεκριμένο εργαστήριο που παρέχει εκπαίδευση στην επιλεγμένη ενότητα και θα σταλεί ένα αυτόματο email επιβεβαίωσης στον χρήστη.

4. Στη συνέχεια, το προσωπικό του εργαστηρίου στέλνει ένα email για να σχεδιάσει τη δραστηριότητα και να ορίσει την ακριβή ημερομηνία. Κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος, οι εκπαιδευτικοί θα ενημερωθούν για τα απαραίτητα εργαλεία επικοινωνίας, τα οποία θα καθοδηγηθούν από το προσωπικό και θα συνδεθούν με το σύστημα Di Twin. Το έργο χρησιμοποιεί δωρεάν εργαλεία για τον σκοπό αυτό.

5. Σε αυτό το σημείο, το υπεύθυνο προσωπικό έχει στήσει το φυσικό εργαστήριο με τα απαραίτητα υλικά και μπορείτε να παρακολουθήσετε τη συνεδρία.

Για να έχετε μια ολοκληρωμένη εικόνα ολόκληρης της διαδικασίας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εκπαιδευτικό βίντεο που αναπτύχθηκε και δημοσιεύτηκε από την εταιρική σχέση DiTwin, στον ιστότοπο του έργου ([www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)).

#### 4.4 Στρατηγικές και πολιτικές για την ενσωμάτωση δραστηριοτήτων που βασίζονται στα Ψηφιακά Δίδυμα στο σχολείο

Για την αποτελεσματική εφαρμογή δραστηριοτήτων που βασίζονται στην τεχνολογία Ψηφιακών Διδύμων, οι επαγγελματικές σχολές θα πρέπει να ακολουθήσουν μια πολυδιάστατη στρατηγική που αποτελείται από τους ακόλουθους πυλώνες:

##### **Ενσωμάτωση στα υπάρχοντα προγράμματα σπουδών**

Για την ενσωμάτωση δραστηριοτήτων που βασίζονται σε ψηφιακά δίδυμα στα προγράμματα σπουδών ΕΕΚ, είναι απαραίτητο να ξεκινήσουμε από τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Το πρώτο βήμα είναι να προσδιοριστούν τα πιθανά μαθησιακά αποτελέσματα (ικανότητες, γνώσεις και δεξιότητες) που παρέχονται από ένα σύστημα ψηφιακών διδύμων. Κάθε ψηφιακό δίδυμο επιτρέπει στους χρήστες να επιτύχουν συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα που συνδέονται με τον προσομοιωμένο μηχανισμό.

Μόλις έχετε μια συνολική εικόνα των πιθανών μαθησιακών αποτελεσμάτων που μπορούν να επιτευχθούν, πρέπει να τα αντιστοιχίσετε με τα διάφορα σχολικά μαθήματα και προγράμματα σπουδών. Με αυτόν τον τρόπο, θα είστε σε θέση να κατανοήσετε ποιο μάθημα θα μπορούσε ενδεχομένως να αξιοποιήσει το ψηφιακό δίδυμο και ποια μπορεί να είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα που εμπλέκονται.

Τώρα μπορείτε να σχεδιάσετε ένα έργο βασισμένο σε ψηφιακά δίδυμα για ένα ή περισσότερα μαθήματα που μπορεί να αξιολογήσει ξεχωριστά την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

##### **Εκπαιδευτικές μεθοδολογίες**

Η προστιθέμενη αξία της τεχνολογίας ψηφιακών διδύμων είναι η δυνατότητα ανάπτυξης δραστηριοτήτων βιωματικής μάθησης χωρίς την ύπαρξη πραγματικών μηχανισμών στο σχολείο. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η βιωματική μάθηση βρίσκεται στη βάση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να εφαρμοστούν στον τομέα των ψηφιακών διδύμων, μια αποτελεσματική παιδαγωγική προσέγγιση που πρέπει να υιοθετηθεί είναι η μάθηση βασισμένη σε έργα (PBL). Σε αυτό το μοντέλο, οι μαθητές εργάζονται σε πραγματικά ή προσομοιωμένα έργα όπου σχεδιάζουν, δοκιμάζουν και βελτιστοποιούν ψηφιακά αντίγραφα συστημάτων πραγματικού κόσμου. Αυτό όχι μόνο ενισχύει τις τεχνικές γνώσεις, αλλά καλλιεργεί και την επίλυση προβλημάτων, τη δημιουργικότητα και την ομαδική εργασία.

Επιπλέον, οι καινοτόμες μέθοδοι αξιολόγησης είναι ζωτικής σημασίας. Τα παραδοσιακά τεστ ενδέχεται να μην αποτυπώνουν επαρκώς το βάθος της κατανόησης των μαθητών σε αυτούς τους δυναμικούς τομείς. Αντίθετα, χρησιμοποιώντας πλατφόρμες ψηφιακών διδύμων, οι μαθητές μπορούν να αξιολογηθούν μέσω προσομοιώσεων σε πραγματικό χρόνο και πρακτικών εργασιών που αντικατοπτρίζουν πραγματικά βιομηχανικά σενάρια.

### **Κατάρτιση Εκπαιδευτικών και Επαγγελματική Ανάπτυξη**

Οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο σε κάθε εκπαιδευτική καινοτομία και η συνεχής επαγγελματική τους ανάπτυξη πρέπει να αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα. Τα σχολεία θα πρέπει να παρέχουν προγράμματα ψηφιακής αναβάθμισης δεξιοτήτων που καλύπτουν τις πλατφόρμες ΨΔ, το λογισμικό προσομοίωσης και το ευρύτερο οικοσύστημα των τεχνολογιών Industry 4.0.

Για να διατηρηθεί αυτή η ανάπτυξη, είναι ωφέλιμο να καλλιεργηθούν δίκτυα συνεργασίας όπου οι εκπαιδευτικοί μπορούν να μοιράζονται πόρους, να αναπτύσσουν από κοινού σενάρια βασισμένα στο ΨΔ και να μαθαίνουν ο ένας από τις εμπειρίες του άλλου. Αυτές οι κοινότητες πρακτικής συμβάλλουν στη δημιουργία μιας κουλτούρας καινοτομίας και αμοιβαίας υποστήριξης.

Επιπλέον, η παροχή ευκαιριών στους εκπαιδευτικούς για τοποθέτηση σε κλάδο, όπως σύντομες πρακτικές ασκήσεις ή συνεργατικά έργα με εταιρείες που χρησιμοποιούν συστήματα ΨΔ, τους επιτρέπει να αποκτήσουν γνώσεις από πρώτο χέρι και να τις μετατρέψουν σε σχετικές και ενημερωμένες στρατηγικές διδασκαλίας.

### **Θεσμική Διακυβέρνηση και Ηγεσία**

Η επιτυχής υιοθέτηση των τεχνολογιών Ψηφιακών Διδύμων εξαρτάται επίσης από μια προοδευτική διακυβέρνηση. Η σχολική ηγεσία πρέπει να ενσωματώσει την ενσωμάτωση της Ψηφιακής Ψηφιακής Μεταμόρφωσης στον στρατηγικό σχεδιασμό του ιδρύματος, ευθυγραμμίζοντάς την με τους ευρύτερους στόχους για ψηφιακό μετασχηματισμό και καινοτομία.

Αυτό περιλαμβάνει προσεκτική κατανομή πόρων — τόσο από άποψη προϋπολογισμού όσο και προσωπικού. Απαιτούνται ειδικά κεφάλαια και προσωπικό για τη συντήρηση των υποδομών, την ενημέρωση των εργαλείων και την υποστήριξη νέων μοντέλων διδασκαλίας.

Τέλος, η διαχείριση αυτής της αλλαγής απαιτεί ισχυρή εσωτερική ηγεσία. Τα σχολεία θα πρέπει να ορίσουν ψηφιακούς πρωταθλητές ή συντονιστές καινοτομίας, οι οποίοι θα είναι υπεύθυνοι για την καθοδήγηση της διαδικασίας εφαρμογής, την παρακίνηση του προσωπικού και τη διασφάλιση της παρακολούθησης και της αξιολόγησης της προόδου με την πάροδο του χρόνου.

## 5. Μελέτες Περιπτώσεων και Βέλτιστες Πρακτικές

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει παραδείγματα για το πώς οι τεχνολογίες Ψηφιακά Δίδυμα ενσωματώνονται στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK) σε όλη την Ευρώπη. Αντλώντας έμπνευση από χώρες εταίρους και άλλα ευρωπαϊκά πλαίσια, οι μελέτες περίπτωσης αναδεικνύουν καινοτόμες προσεγγίσεις στη διδασκαλία και μάθηση μέσω καθηλωτικών, βασισμένων σε δεδομένα προσομοιώσεων. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται σε συνεργατικά έργα μεταξύ ιδρυμάτων EEK και ενδιαφερόμενων μερών της Βιομηχανία 4.0, όπου οι από κοινού σχεδιασμένες διαδρομές κατάρτισης και οι κοινές ψηφιακές πλατφόρμες έχουν διαδραματίσει κεντρικό ρόλο. Οι συνεργασίες αυτές όχι μόνο ενισχύουν τη σημασία της επαγγελματικής κατάρτισης, αλλά διασφαλίζουν ότι οι μαθητές αποκτούν τις πρακτικές και ψηφιακές δεξιότητες που απαιτεί η σημερινή αγορά εργασίας. Εξετάζοντας ποικίλα μοντέλα εφαρμογής, το κεφάλαιο στοχεύει στον εντοπισμό αποτελεσματικών στρατηγικών, την ανάδειξη μεταβιβάσιμων πρακτικών και την έμπνευση για περαιτέρω καινοτομία στη χρήση των Ψηφιακών Διδύμων στην εκπαίδευση και την ανάπτυξη εργατικού δυναμικού.

### 5.1 Ψηφιακό δίδυμο στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK)

#### Ψηφιακά Δίδυμα στην Έξυπνη Παραγωγή

Σε εξέλιξη (2023–2026)

Ολοκληρωμένο πρόγραμμα κατάρτισης σε τεχνολογίες Ψηφιακών Διδύμων, που περιλαμβάνει εργαστήρια και πρακτικά εργαλεία για φοιτητές EEK στη Βουλγαρία, την Ελλάδα, την Ιταλία, την Ισπανία και τη Σουηδία.

**Χώρα :** Ευρώπη

**Τύπος:** Χρηματοδότηση από την ΕΕ

**Σύνδεσμος:** <https://digitaltwinproject.eu>

#### Κύρια Αποτελέσματα:

- Μάθημα 450 ωρών για τις τεχνολογίες Ψηφιακών Διδύμων.
- Δείκτης Δεξιοτήτων Ψηφιακών Διδύμων & Εργαλείο Αυτοαξιολόγησης.
- Εργαστήρια Digital Twin για πρακτική μάθηση.

**Ψηφιακά Δίδυμα για Βιωσιμότητα**

Ολοκληρώθηκε (2021–2023)

Πρωτοβουλία που επικεντρώνεται στη χρήση της τεχνολογίας Digital Twin για την προώθηση της βιωσιμότητας, συμπεριλαμβανομένων μελετών περίπτωσης για την επεξεργασία λυμάτων και την τρισδιάστατη εκτύπωση, σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ιρλανδία, η Ιταλία και η Ισπανία

**Χώρα :** Ευρώπη**Τύπος:** Χρηματοδότηση από την ΕΕ**Σύνδεσμος:** <https://digital4sustainability.eu>**Κύρια αποτελέσματα:**

- Σύντομο μάθημα για εφαρμογές Digital Twin για βιωσιμότητα.
- Πολύγλωσσο διαδικτυακό περιεχόμενο για ΜΜΕ και εκπαιδευόμενους.

**Δίκτυο Ψηφιακών Διδύμων της Μεσογείου για Ακραία Κλιματικά Φαινόμενα**

Σε εξέλιξη (2023–2026)

Το έργο MeDiTwin επικεντρώνεται στη δημιουργία μοντέλων Ψηφιακών Διδύμων για ακραία κλιματικά φαινόμενα στην περιοχή της Μεσογείου, προωθώντας επιστημονικές ανταλλαγές και θερινά σχολεία.

**Χώρα:** Ευρώπη**Τύπος:** Χρηματοδότηση από την ΕΕ**Σύνδεσμος:** <https://meditwin-project.eu>**Κύρια αποτελέσματα:**

- Ανάπτυξη κλιματικών μοντέλων για τη Μεσόγειο.
- Διοργάνωση θερινών σχολείων και επιστημονικών ανταλλαγών.

**Ψηφιακά Δίδυμα: Δημιουργώντας το Δικό σας Εικονικό Εργαστήριο**

Σε εξέλιξη (από το 2022)

Έργο που δίνει τη δυνατότητα σε φοιτητές στη Χώρα των Βάσκων να σχεδιάζουν και να προσομοιώνουν συστήματα ελέγχου και αυτοματισμό εργοστασίων χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Digital Twin.

**Χώρα :** Ισπανία**Τύπος:** Δημόσιο**Σύνδεσμος:** <https://arrivet.org/index.php/arrivet/article/view/18>**Κύρια Αποτελέσματα:**

- Εικονική θέση σε λειτουργία για ταχύτερους χρόνους ανάπτυξης.
- Εκπαίδευση εκπαιδευτικών σε εικονικά βιομηχανικά συστήματα.

**Έργο Ψηφιακών Διδύμων Βιοποικιλότητας ( BioDT )**

Σε εξέλιξη (από το 2022)

Έργο σχεδιασμένο για την αντιμετώπιση σύνθετων δυναμικών της βιοποικιλότητας μέσω πρακτικών περιπτώσεων χρήσης, παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις και εργαλεία για προσπάθειες διατήρησης και αποκατάστασης.

**Χώρα:** Ευρώπη**Τύπος:** Χρηματοδότηση από την ΕΕ**Σύνδεσμος:** <https://biodt.eu/>**Κύρια αποτελέσματα:**

- Σχολή BioDT
- Πρωτότυπο ψηφιακού διδύμου βιοποικιλότητας

**Πρόγραμμα Πολωνικού Ψηφιακού Διδύμου στην Εκπαίδευση**

Σε εξέλιξη (2023–2025)

Το έργο είχε ως στόχο τη δημιουργία εκπαιδευτικών ενοτήτων για τα Ψηφιακά Δίδυμα και την ενσωμάτωσή τους στα πολωνικά προγράμματα σπουδών επαγγελματικής κατάρτισης.

**Χώρα :** Πολωνία**Τύπος:** Δημόσιο**Σύνδεσμος:** [www.digitaleducation.pl](http://www.digitaleducation.pl)**Κύρια αποτελέσματα:**

- Ανάπτυξη εκπαιδευτικών ενοτήτων για τα Ψηφιακά Δίδυμα.
- Ενσωμάτωση προσομοιώσεων πραγματικού χρόνου στην εκπαίδευση.

**Βασισμένο σε προσομοιωτή επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης**

Σε εξέλιξη (2024–2026)

Το ερευνητικό έργο εξετάζει πώς η ανώτερη δευτεροβάθμια επαγγελματική εκπαίδευση μπορεί να προετοιμάσει τους μαθητές για ένα μελλοντικό επάγγελμα που χαρακτηρίζεται από ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη, απαιτήσεις βιωσιμότητας και καινοτομία.

**Χώρα :** Σουηδία**Τύπος:** Δημόσιο**Σύνδεσμος:** <https://www.gu.se/en/research/simulator-based-teaching-and-learning-in-vocational-education>**Κύρια αποτελέσματα:**

- Ψηφιακοί προσομοιωτές οδήγησης
- Ανάπτυξη μεθόδων διδασκαλίας σε έναν κλάδο που διαμορφώνεται από τις απαιτήσεις για βιωσιμότητα, καινοτομία και ταχεία τεχνολογική ανάπτυξη.

## 5.2 Συνεργασίες στον Κλάδο

κατάρτισης, με στόχο την από κοινού ανάπτυξη έργων Ψηφιακών Διδύμων.

Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών Ψηφιακών Διδύμων (ΨΔ) στην επαγγελματική κατάρτιση αποτελεί βασικό μέτωπο στην ευθυγράμμιση της εκπαίδευσης με τις απαιτήσεις της Βιομηχανίας 4.0. Σε όλη την Ευρώπη, τα ιδρύματα ΕΕΚ αρχίζουν να συνεργάζονται με βιομηχανικούς φορείς για την από κοινού ανάπτυξη οδών κατάρτισης που ενσωματώνουν εφαρμογές ΨΔ του πραγματικού κόσμου στα προγράμματα σπουδών. Αυτές οι συνεργασίες συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των αναντιστοιχιών δεξιοτήτων, στην ενίσχυση της μάθησης στον χώρο εργασίας και στη διασφάλιση της συνάφειας της επαγγελματικής εκπαίδευσης σε ένα ταχέως ψηφιοποιημένο βιομηχανικό τοπίο.

### Η Siemens και η Διδακτική Πρωτοβουλία

**Χώρα:** Γερμανία

**Έργο:** Συνεργασία της Siemens με τα Κέντρα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης

Η Siemens AG συνεργάστηκε με αρκετές γερμανικές επαγγελματικές σχολές μέσω της Siemens Technik Akademie για την εισαγωγή των τεχνολογιών Digital Twin στην τεχνική εκπαίδευση. Η πρωτοβουλία συνδυάζει εικονικές προσομοιώσεις με πραγματικές γραμμές παραγωγής χρησιμοποιώντας ιδιόκτητες πλατφόρμες της Siemens (π.χ. NX, Teamcenter).

**Σύνδεσμος:** [https://www.imove-germany.de/en/all\\_providers\\_from\\_a\\_z.htm?&p=/output/detail/pid/482](https://www.imove-germany.de/en/all_providers_from_a_z.htm?&p=/output/detail/pid/482)

#### Αποτελέσματα:

- Οι μαθητές προσομοιώνουν τον κύκλο ζωής μιας μηχανής προτού ασχοληθούν με τα φυσικά εξαρτήματα.
- Ενσωμάτωση της Ψηφιακής Μηχανικής (ΨΜ) στην εκπαίδευση τεχνικών μηχαντρονικής και αυτοματισμού.
- Ισχυρή έμφαση στην προγνωστική συντήρηση και τα κυβερνοφυσικά συστήματα.

### Η Τεχνολογία και η Τοπική Βιομηχανία της Χώρας των Βάσκων

**Χώρα:** Ισπανία

**Έργο:** Εργαστήριο Προηγμένης Κατασκευής της Tknika  
Το Tknika, το Βασκικό Κέντρο Καινοτομίας στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK), συνεργάζεται με περιφερειακούς κατασκευαστές (π.χ., Danobat Group) για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών ενότητων όπου οι φοιτητές εργάζονται σε μοντέλα Digital Twin εργαλειομηχανών. Η πρωτοβουλία περιλαμβάνει συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, με την υποστήριξη πλατφορμών IoT.

**Σύνδεσμος:** <https://tknika.eus/en/cont/lcamp-the-centre-of-vocational-excellence-in-advanced-manufacturing-kicks-off/>

**Αποτελέσματα:**

- Διεπιστημονική εκπαίδευση που συνδυάζει μηχανολογικές, ηλεκτρολογικές και πληροφορικές δεξιότητες.
- Εκπαίδευση ΨΔ συνδεδεμένη με πραγματικά δεδομένα παραγωγής και συμπεριφορά μηχανήματος.
- Ευθυγράμμιση με τις περιφερειακές στρατηγικές έξυπνης εξειδίκευσης.

### Κέντρο Ικανοτήτων MADE και ITS Lombardia Meccatronica

**Χώρα:** Ιταλία

**Έργο:** Ψηφιακό Δίδυμο σε Έξυπνες Διαδρομές Παραγωγής  
κέντρο ικανοτήτων Industry 4.0 στο Μιλάνο, συνεργάζεται με την ITS Lombardia Meccatronica για τη συν-δημιουργία μαθησιακών εμπειριών βασισμένων σε προσομοιώσεις ΨΔ. Η εκπαίδευση περιλαμβάνει την ψηφιακή μοντελοποίηση έξυπνων εργοστασιακών διαδικασιών, την εικονική θέση σε λειτουργία και την ενσωμάτωση με συστήματα ERP.

**Σύνδεσμος:** <https://www.made-cc.eu/en/>

**Αποτελέσματα:**

- Συνδημιουργία προγραμμάτων σπουδών από βιομηχανικούς μηχανικούς και εκπαιδευτές επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης.
- Χρήση ΨΔ για σχεδιασμό δαπέδων εργοστασίων και ρομποτικά συστήματα.
- Οι φοιτητές ολοκληρώνουν μαθήματα διπλής μάθησης με συνεργαζόμενες εταιρείες.

**EEK- Keskus & Industry 4.0 Labs**

**Χώρα:** Φινλανδία

**Έργο:** Μάθηση βασισμένη σε προσομοιώσεις στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση για το βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)  
Το VET- Keskus (Επαγγελματικό Κέντρο) στο Τάμπερε συνεργάζεται με προγραμματιστές λογισμικού και εργοστάσια για την εφαρμογή πλατφορμών Ψηφιακών Διδύμων στα εργαστήρια εκπαίδευσής τους. Η έμφαση δίνεται στη βιομηχανία μεταποίησης και στο βιομηχανικό IoT.  
Σύνδεσμος:

**Αποτελέσματα:**

- Ενότητες μαθημάτων για τον ψηφιακό έλεγχο διεργασιών, την προσομοίωση και τη διαγνωστική.
- Συμμετοχή σε έργα της ΕΕ όπως το Digital VET 4.0 και το DigiPro.
- Εκπαιδευτικοί εκπαιδευμένοι στην ανάπτυξη ευέλικτου λογισμικού για περιπτώσεις βιομηχανικής χρήσης.

**Brainport Eindhoven: Digital Twin Learning Factory**

**Χώρα:** Ολλανδία

**Έργο:** Η πανεπιστημιούπολη φιλοξενεί μια συνεργασία μεταξύ εταιρειών υψηλής τεχνολογίας και του Summa College (επαγγελματικού κολεγίου), λειτουργώντας ουσιαστικά ως «εργοστάσιο μάθησης».

**Σύνδεσμος:** <https://www.brainportindustriescampus.com/en/>

**Αποτελέσματα:**

- Ολοκληρωμένο περιβάλλον εκπαίδευσης σε λύσεις ψηφιακών διδύμων.
- Συνεργασία ΕΕΚ-Βιομηχανίας στους τομείς του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), της ρομποτικής και της ανάλυσης δεδομένων, με ψηφιακά δίδυμα που συνδέουν αυτά τα θέματα σε πρακτικά έργα.

Αυτά τα παραδείγματα καταδεικνύουν πώς η από κοινού ανάπτυξη διαδρομών κατάρτισης μεταξύ ιδρυμάτων ΕΕΚ και φορέων του κλάδου ενισχύει τη συνάφεια και την αποτελεσματικότητα της επαγγελματικής εκπαίδευσης στην Ευρώπη. Ενσωματώνοντας τις τεχνολογίες Ψηφιακών Διδύμων στα προγράμματα σπουδών, οι μαθητές αποκτούν πρακτική εμπειρία με τα εργαλεία και τις μεθόδους που διαμορφώνουν το μέλλον της εργασίας. Τέτοιες συνεργασίες ενισχύουν την ευέλικτη, βασισμένη στις δεξιότητες εκπαίδευση, ευθυγραμμισμένη με τα περιφερειακά οικοσυστήματα καινοτομίας.

## 6. Μελλοντικές τάσεις και ευκαιρίες σταδιοδρομίας στα ψηφιακά δίδυμα

### 6.1 Αναδυόμενες τάσεις στην τεχνολογία ψηφιακών διδύμων

Η υιοθέτηση των Ψηφιακά Δίδυμα (ΨΔ) αυξάνεται εκθετικά σε στρατηγικούς τομείς όπως μεταποίηση, υγειονομική περίθαλψη, έξυπνες πόλεις και αυτοκινητοβιομηχανία. Οι εταιρείες επενδύουν σε αυτήν την τεχνολογία για να βελτιστοποιήσουν διαδικασίες, να προβλέψουν βλάβες, να βελτιώσουν τη συντήρηση και να λαμβάνουν πιο αποτελεσματικές αποφάσεις. Η χρήση ΨΔ επιτρέπει συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οδηγώντας σε βελτιωμένη διαχείριση πόρων και πρόβλεψη προβλημάτων.

#### Βασικές τάσεις

- Ενσωμάτωση με Τεχνητή Νοημοσύνη (AI): Τα ψηφιακά δίδυμα γίνονται ολοένα και πιο αυτόνομα χάρη σε προγνωστικά μοντέλα και έξυπνες προσομοιώσεις, επιτρέποντας ακριβέστερη διαχείριση και ταχύτερες αντιδράσεις στις αλλαγές στις διαδικασίες παραγωγής και στις καθημερινές λειτουργίες.
- Βιωσιμότητα και Έξυπνα Εργοστάσια: Περίπου το 57% των οργανισμών επενδύουν σε Βιώσιμα Έξυπνα Εργοστάσια (DTs) ως εργαλεία για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των δραστηριοτήτων τους. Με την ικανότητα παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας, μείωσης των αποβλήτων και ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τα DTs αποτελούν απαραίτητους πόρους για τις εταιρείες που στρέφονται προς μια πιο πράσινη και πιο υπεύθυνη παραγωγή.
- Επέκταση του IoT και της απομακρυσμένης παρακολούθησης: Η ενσωμάτωση των Ψηφιακά Δίδυμα με αισθητήρες και συνδεδεμένες συσκευές (IoT) ανοίγει νέες ευκαιρίες για προηγμένη απομακρυσμένη παρακολούθηση και λειτουργική διαχείριση σε πραγματικό χρόνο.
- Cloud και Edge Computing: Η χρήση προηγμένων πλατφορμών cloud όπως το AWS IoT TwinMaker και το Azure Digital Twins επιτρέπει στις εταιρείες να διαχειρίζονται αποτελεσματικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να κλιμακώνουν εύκολα τις λειτουργίες τους. Αυτή η αρχιτεκτονική είναι κρίσιμη για τη διαχείριση της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των συστημάτων που βασίζονται σε DT, επιτρέποντας ευέλικτη και υψηλής απόδοσης διαχείριση.

- Προς την Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR): Τα ψηφιακά δίδυμα ενσωματώνονται ολοένα και περισσότερο με τις τεχνολογίες Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), δημιουργώντας καθηλωτικές εμπειρίες που θολώνουν τα όρια μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Αυτή η συνέργεια ανοίγει νέα σύνορα στον σχεδιασμό, την προσομοίωση και την εκπαίδευση, μεταμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο οπτικοποιούνται και ερμηνεύονται τα δεδομένα.
- Διαλειτουργικότητα και Πρότυπα: Η αυξανόμενη υιοθέτηση των Ψηφιακών Διδύμων έχει οδηγήσει στη δημιουργία διεθνών συμμαχιών και συνεργασιών, όπως αυτές μεταξύ του DTC, του Ιδρύματος OPC και των πρωτοβουλιών Industry 4.0. Αυτές οι προσπάθειες στοχεύουν στον καθορισμό κοινών προτύπων για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας και της ενσωμάτωσης των Ψηφιακών Διδύμων από διαφορετικά Νέα Επαγγέλματα και Δεξιότητες στον Κόσμο των Ψηφιακών Διδύμων.

Με την αυξανόμενη υιοθέτηση των Ψηφιακών Διδύμων (ΨΔ), όχι μόνο αναδύονται νέοι επαγγελματικοί ρόλοι, αλλά και οι υπάρχοντες υφίστανται σημαντικό μετασχηματισμό. Η διαχείριση και η εφαρμογή ΨΔ απαιτεί ένα ολοένα και ευρύτερο και διεπιστημονικό σύνολο δεξιοτήτων που επικεντρώνεται σε εικονικά συστήματα, προηγμένες προσομοιώσεις, ανάλυση δεδομένων και τεχνητή νοημοσύνη. Σε αυτό το πλαίσιο, τα αναδυόμενα επαγγέλματα καθίστανται κρίσιμα για την αντιμετώπιση των τεχνολογικών προκλήσεων και την υποστήριξη των εταιρειών στην υιοθέτηση αυτών των καινοτόμων τεχνολογιών.



## 6.2 Αναδυόμενα Επαγγέλματα

- Μηχανικός Ψηφιακά Δίδυμα: Υπεύθυνος για σχεδιασμό, ανάπτυξη και συντήρηση σύνθετων ψηφιακών μοντέλων που αναπαριστούν εγκαταστάσεις ή διαδικασίες. Διασφαλίζει ότι τα μοντέλα είναι ακριβή και ενημερωμένα σε πραγματικό χρόνο, αντικατοπτρίζοντας τις συνθήκες των φυσικών συστημάτων.
- Ειδικός IoT: Διαχειρίζεται αισθητήρες, συλλέγει/αναλύει δεδομένα από συνδεδεμένες συσκευές και συνδέει φυσικά αντικείμενα με τα ψηφιακά τους αντίστοιχα. Εξασφαλίζει την ακεραιότητα της ροής πληροφοριών και την επικαιρότητα των δεδομένων.

- Μηχανικός Τεχνητή Νοημοσύνη / Μηχανική Μάθηση: Εφαρμόζει μοντέλα για ανάλυση και πρόβλεψη συμπεριφορών σε εικονικά και φυσικά περιβάλλοντα. Με προηγμένους αλγόριθμους, βελτιστοποιεί διαδικασίες μέσω προβλέψεων και αυτοματοποιημένων απαντήσεων σε πραγματικό χρόνο.
- Ειδικός Κυβερνοασφάλειας: Προστατεύει την υποδομή από κυβερνοεπιθέσεις παρακολουθώντας τρωτά σημεία και αναπτύσσοντας στρατηγικές άμυνας, περιλαμβάνοντας προσομοιώσεις επιθέσεων για έλεγχο της ανθεκτικότητας του συστήματος.
- Προγραμματιστής Προσομοιώσεων / Επιστήμονας Δεδομένων: Δημιουργεί προηγμένες προσομοιώσεις και εξάγει πληροφορίες από δεδομένα. Αναλύει στοιχεία από συστήματα ΨΔ, δημιουργεί προγνωστικά μοντέλα και λύσεις που βελτιώνουν συνεχώς προϊόντα, διαδικασίες και υπηρεσίες.

### 6.3 Βασικές Απαιτούμενες Δεξιότητες

Για να αντιμετωπίσουν με επιτυχία αυτές τις προκλήσεις και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις μιας ταχέως εξελισσόμενης αγοράς, οι επαγγελματίες πρέπει να διαθέτουν μια στέρεη βάση τεχνικών δεξιοτήτων, όπως:

- Προγραμματισμός (Python, Java, C++): Η ικανότητα σύνταξης κώδικα για την ανάπτυξη εφαρμογών, μοντέλων προσομοίωσης και διεπαφών μεταξύ εικονικών και φυσικών συστημάτων είναι απαραίτητη για ρόλους που σχετίζονται με τη Ψηφιακή Ανάπτυξη.
- Μοντελοποίηση και Προσομοίωση Συστημάτων : Η προηγμένη γνώση της μοντελοποίησης πολύπλοκων συστημάτων και της δημιουργίας εικονικών προσομοιώσεων που αναπαράγουν τη συμπεριφορά του πραγματικού κόσμου είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας των λύσεων ΨΔ.
- Επιστήμη Δεδομένων και Οπτικοποίηση Δεδομένων: Η ικανότητα συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας μεγάλων όγκων δεδομένων, καθώς και η σαφής επικοινωνία των αποτελεσμάτων, είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και τη δημιουργία στρατηγικών που βασίζονται σε δεδομένα.
- Τεχνολογίες Cloud (AWS, Azure): Η εξοικείωση με τις πλατφόρμες cloud είναι το κλειδί για τη διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, την επιχειρησιακή επεκτασιμότητα και την εφαρμογή λύσεων ΨΔ που απαιτούν προηγμένη υπολογιστική ισχύ.

- **Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση:** Η γνώση αλγορίθμων και τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης είναι απαραίτητη για την προγνωστική ανάλυση και τη συνεχή βελτίωση των συστημάτων μέσω έξυπνου αυτοματισμού.
- **Δίκτυα Αισθητήρων και Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT):** Η ισχυρή κατανόηση των τεχνολογιών IoT και της διαχείρισης δικτύων αισθητήρων είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί η απρόσκοπτη ενσωμάτωση μεταξύ φυσικών συσκευών και ψηφιακών διδύμων.
- **Γνώσεις στον κυβερνοχώρο:** Η προστασία συστημάτων και δεδομένων αποτελεί αυξανόμενη προτεραιότητα και οι δεξιότητες στον κυβερνοχώρο είναι απαραίτητες για την πρόληψη απειλών και τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ανθεκτικότητας των συστημάτων έναντι πιθανών επιθέσεων.

Με την εξέλιξη των Ψηφιακών Διδύμων και τις επεκτεινόμενες εφαρμογές τους σε όλους τους τομείς, αυτές οι δεξιότητες θα αποκτήσουν ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση, δημιουργώντας ένα επαγγελματικό τοπίο όπου η διεπιστημονική συνεργασία και η προσαρμοστικότητα στις νέες τεχνολογίες θα είναι το κλειδί για την επιχειρηματική επιτυχία.

## 6.4 Τι πρέπει να μάθουν οι μαθητές για τις θέσεις εργασίας του μέλλοντος

Για να προετοιμαστούν για Ψηφιακά Δίδυμα (ΨΔ) στη Βιομηχανία 4.0, τα προγράμματα Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK) πρέπει να συνδυάζουν τεχνικές και ήπιες δεξιότητες. Η ενσωμάτωση ΨΔ απαιτεί τεχνογνωσία και ευέλικτη, κριτική σκέψη. Οι επαγγελματικές σχολές οφείλουν να εντάσσουν σχετικές ενότητες, προετοιμάζοντας νέους για απαιτητικά, καλά αμειβόμενα επαγγέλματα.

### Τεχνικές Δεξιότητες προς Ανάπτυξη:

**Προγραμματισμός (Python, R, Java):** Οι φοιτητές πρέπει να αποκτήσουν στέρεες γνώσεις σχετικά με τις γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται συνήθως σε τεχνολογικούς τομείς όπως η Python, η R και η Java—απαραίτητες για την ανάπτυξη εφαρμογών, τη διαχείριση δεδομένων και την αλληλεπίδραση με ψηφιακά μοντέλα.

**Ανάλυση Δεδομένων, Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση:** Η ικανότητα ανάλυσης μεγάλων συνόλων δεδομένων και εφαρμογής τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης είναι το κλειδί για την προγνωστική ανάλυση και την αποτελεσματική διαχείριση συστημάτων που βασίζονται στην Ψηφιακή Μάθηση. Οι φοιτητές πρέπει να μάθουν να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν δεδομένα για να βελτιστοποιούν τις διαδικασίες και να λαμβάνουν αποφάσεις που βασίζονται σε δεδομένα.

**Υπολογιστικό νέφος:** Καθώς οι πλατφόρμες cloud καθίστανται κεντρικής σημασίας για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οι δεξιότητες cloud computing είναι ζωτικής σημασίας για την εργασία με τεχνολογίες όπως το AWS, το Microsoft Azure και άλλες λύσεις cloud που χρησιμοποιούνται σε έργα ΨΔ.

**Αυτοματισμός και Ρομποτική:** Οι φοιτητές πρέπει να εκπαιδευτούν στον βιομηχανικό αυτοματισμό και τη ρομποτική, καθώς αυτές οι τεχνολογίες συνδέονται στενά με την ενσωμάτωση των αυτοματοποιημένων συστημάτων στις καθημερινές επιχειρηματικές δραστηριότητες. Η κατανόηση των αυτοματοποιημένων συστημάτων και των τεχνικών ελέγχου είναι το κλειδί για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής.

**Πρωτόκολλα IoT, Δικτύωσης και Βιομηχανικής Επικοινωνίας:** Η γνώση των δικτύων IoT, των πρωτοκόλλων βιομηχανικής επικοινωνίας και των συνδεδεμένων συσκευών είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι οι DT μπορούν να συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά με τα φυσικά συστήματα. Οι δεξιότητες δικτύωσης και συνδεσιμότητας είναι επομένως απαραίτητες για τη διαχείριση της διαλειτουργικότητας συσκευών και συστημάτων.

**Προσομοίωση και Μοντελοποίηση Διαδικασιών:** Η ικανότητα μοντελοποίησης και προσομοίωσης βιομηχανικών διεργασιών χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο λογισμικό είναι θεμελιώδης για το σχεδιασμό, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση ψηφιακών μοντέλων. Οι φοιτητές θα πρέπει να αποκτήσουν πρακτική εμπειρία χρησιμοποιώντας εργαλεία προσομοίωσης για να δημιουργήσουν ακριβείς αναπαραστάσεις φυσικών συστημάτων.

## Ήπιες Δεξιότητες

Εκτός από τις τεχνικές ικανότητες, οι ήπιες δεξιότητες είναι εξίσου σημαντικές για να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του εργατικού δυναμικού και να προσαρμοστούν γρήγορα σε νέα σενάρια. Αυτές περιλαμβάνουν :

- **Κριτική Σκέψη και Επίλυση Προβλημάτων:** Η ικανότητα λογικής ανάλυσης προβλημάτων, κριτικής σκέψης και ανάπτυξης καινοτόμων λύσεων είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για πολύπλοκα συστήματα όπως τα ΨΔ.
- **Συνεργασία και Επικοινωνία:** Η ικανότητα εργασίας σε ομάδες και σαφούς επικοινωνίας είναι θεμελιώδης σε ολοένα και πιο διαλειτουργικά εργασιακά περιβάλλοντα. Οι φοιτητές θα πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να συνεργάζονται αποτελεσματικά με συναδέλφους, μηχανικούς και ειδικούς από άλλους τομείς.
- **Νοοτροπία Δια Βίου Μάθησης:** Καθώς οι τεχνολογίες και οι μέθοδοι που σχετίζονται με τη Διά Βίου Μάθηση εξελίσσονται συνεχώς, οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν μια νοοτροπία προσανατολισμένη στη συνεχή μάθηση, έτοιμοι να προσαρμόζονται και να ενημερώνουν τις γνώσεις τους τακτικά.
- **Πρωτοβουλία και Δημιουργικότητα:** Οι φοιτητές θα πρέπει να ενθαρρύνονται να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες και να προτείνουν καινοτόμες ιδέες. Μια δημιουργική, προληπτική προσέγγιση είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση νέων τεχνολογικών προκλήσεων και την ανάπτυξη πρωτότυπων λύσεων Ψηφιακής Ανάπτυξης.
- **Προσαρμοστικότητα σε Νέα Εργαλεία και Ψηφιακά Πλαίσια:** Με την ταχεία εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών, οι φοιτητές πρέπει να είναι έτοιμοι να προσαρμοστούν γρήγορα σε νέα εργαλεία, λογισμικό και ψηφιακά περιβάλλοντα. Η ευελιξία και η ικανότητα εκμάθησης νέων τεχνολογιών είναι απαραίτητες στο σύγχρονο βιομηχανικό τοπίο.

## Πρωτοβουλίες για την υποστήριξη της συνεχιζόμενης εκπαίδευσης:

Οι επαγγελματικές σχολές μπορούν επίσης να προωθήσουν τη συνεχή μάθηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων μέσω διαφόρων πρωτοβουλιών, όπως:

- **Επαγγελματικές Πιστοποιήσεις:** Τα διεθνώς αναγνωρισμένα προγράμματα πιστοποίησης, όπως αυτά που προσφέρονται από τις AWS, Microsoft και Siemens, είναι πολύτιμα για να διασφαλιστεί ότι οι φοιτητές αποκτούν δεξιότητες σχετικές με την αγορά. Αυτές οι πιστοποιήσεις μπορούν επίσης να ενισχύσουν την απασχολησιμότητα παρέχοντας επαγγελματικά αναγνωρισμένα προσόντα.
- **Διαδικτυακά μαθήματα μέσω πλατφορμών** όπως το Coursera, το edX και το Udacity: Η διαθεσιμότητα διαδικτυακών μαθημάτων προσφέρει στους φοιτητές ευκαιρίες να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους σε συγκεκριμένες πτυχές των ψηφιακών τεχνολογιών και των αναδυόμενων τεχνολογιών. Αυτές οι πλατφόρμες προσφέρουν μαθήματα υψηλής ποιότητας σε συνεργασία με κορυφαία πανεπιστήμια και εταιρείες.
- **Συνεργασίες Σχολείου-Βιομηχανίας:** Οι επαγγελματικές σχολές μπορούν να συνάψουν συνεργασίες με επιχειρήσεις για να προσφέρουν στους μαθητές την ευκαιρία να εργαστούν σε έργα πραγματικής ζωής χρησιμοποιώντας τα Ψηφιακά Δίδυμα. Αυτή η πρακτική εμπειρία είναι το κλειδί για την εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων σε επαγγελματικά περιβάλλοντα και τη δημιουργία συνδέσεων με την αγορά εργασίας.
- **Εικονικά Εργαστήρια και Περιβάλλοντα Προσομοίωσης:** Για την υποστήριξη της πρακτικής μάθησης, τα σχολεία μπορούν να χρησιμοποιούν εικονικά εργαστήρια και περιβάλλοντα προσομοίωσης όπου οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν με ψηφιακά εργαλεία σε ασφαλείς, ελεγχόμενες συνθήκες. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν μια καθηλωτική εμπειρία που βοηθά τους μαθητές να εξοικειωθούν με την τεχνολογία πριν εισέλθουν στον χώρο εργασίας.

Μέσω ενός συνδυασμού τεχνικών και ήπιων δεξιοτήτων, μαζί με ευκαιρίες συνεχούς κατάρτισης, οι επαγγελματικές σχολές μπορούν να προετοιμάσουν τους νέους να ευδοκιμήσουν σε μια αγορά εργασίας που βασίζεται ολοένα και περισσότερο στην ψηφιακή τεχνολογία και την καινοτομία.

## Σύνοψη

Όπως έχει δείξει αυτό το εγχειρίδιο, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας των Ψηφιακών Διδύμων στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση δεν αποτελεί απλώς τάση—είναι μια απαραίτητη εξέλιξη. Η ζήτηση για ψηφιακά εξειδικευμένους εργαζόμενους συνεχίζει να αυξάνεται και η ικανότητα των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων να ανταποκρίνονται με καινοτόμες, ευθυγραμμισμένες με τον κλάδο εκπαιδευτικές εμπειρίες θα είναι κρίσιμη για την επιτυχία τόσο των εκπαιδευόμενων όσο και των εργοδοτών.

Τα Ψηφιακά Δίδυμα είναι πολύ περισσότερα από εικονικά αντίγραφα—είναι πύλες προς μια καθηλωτική, εφαρμοσμένη μάθηση. Μέσω προσομοιώσεων, οι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με προκλήσεις του πραγματικού κόσμου, να δοκιμάσουν λύσεις σε ασφαλή περιβάλλοντα και να αναπτύξουν τόσο τεχνική εμπειρογνωμοσύνη όσο και ήπιες δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και η κριτική σκέψη. Αυτές οι ικανότητες βρίσκονται στην καρδιά της Βιομηχανίας 4.0 και είναι απαραίτητες για την πλοήγηση στις πολυπλοκότητες των μελλοντικών χώρων εργασίας.

Σε όλο αυτό το εγχειρίδιο, έχουμε διερευνήσει πώς η τεχνολογία των Ψηφιακών Διδύμων μπορεί να μεταμορφώσει τα προγράμματα σπουδών, να ενισχύσει τους δεσμούς μεταξύ εκπαίδευσης και βιομηχανίας και να υποστηρίξει νέα παιδαγωγικά μοντέλα. Έχουμε δει πώς ο από κοινού σχεδιασμός εκπαιδευτικών διαδρομών με επιχειρήσεις οδηγεί σε πιο σχετική και αποτελεσματική μάθηση. Οι μελέτες περιπτώσεων και οι βέλτιστες πρακτικές που παρουσιάζονται εδώ καταδεικνύουν τα οφέλη της συνεργασίας—όπου οι εταιρείες προσφέρουν γνώσεις και εργαλεία, και τα σχολεία προσφέρουν ταλέντο και εκπαιδευτικό όραμα.

Αναγνωρίζουμε επίσης ότι η εφαρμογή των Ψηφιακών Διδύμων στην ΕΕΚ είναι μια σταδιακή διαδικασία που απαιτεί σχεδιασμό, επενδύσεις και συνεχή υποστήριξη. Ωστόσο, τα οφέλη είναι σημαντικά: βελτιωμένη συμμετοχή των μαθητών, ισχυρότερα αποτελέσματα απασχολησιμότητας και στενότερη ευθυγράμμιση με τις δεξιότητες που απαιτούνται στις σύγχρονες βιομηχανίες. Υιοθετώντας αυτήν την προσέγγιση, τα σχολεία μπορούν να συμβάλουν ενεργά στα περιφερειακά οικοσυστήματα καινοτομίας, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ενός εργατικού δυναμικού που είναι προσαρμόσιμο, προοδευτικό και ψηφιακά άπταιστο.

Κοιτάζοντας προς το μέλλον, είναι σαφές ότι η τεχνολογία των Ψηφιακών Διδύμων θα συνεχίσει να εξελίσσεται, φέρνοντας νέες ευκαιρίες σε τομείς όπως η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης, οι απομακρυσμένες λειτουργίες, η βιωσιμότητα και η έξυπνη κατασκευή. Για τους φοιτητές, αυτό σημαίνει πρόσβαση σε νέες επαγγελματικές πορείες και επιλογές δια βίου μάθησης. Για τους εκπαιδευτικούς και τα ιδρύματα, σημαίνει συνεχή δέσμευση για πειραματισμό, επαγγελματική ανάπτυξη και συνεργασία σε όλους τους τομείς.

Συμπερασματικά, αυτό το εγχειρίδιο αποτελεί ταυτόχρονα έναν οδικό χάρτη και μια πρόσκληση για δράση. Συνεργαζόμενοι—σχολεία, εταιρείες, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και εκπαιδευτικοί—μπορούμε να διασφαλίσουμε ότι η επαγγελματική εκπαίδευση παραμένει όχι μόνο επίκαιρη αλλά και οραματική. Τα Ψηφιακά Δίδυμα μας προσφέρουν τα εργαλεία· εναπόκειται σε εμάς να αξιοποιήσουμε πλήρως τις δυνατότητές τους προς όφελος των μελλοντικών γενεών.

[www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Agenzia nazionale Erasmus+ INAPP. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Project Number: 2023-1-IT01-KA220-VET-000154611



Co-funded by  
the European Union