

#140

ΠΡΙΣΜΑ

ΕΝΘΕΤΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ,
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE

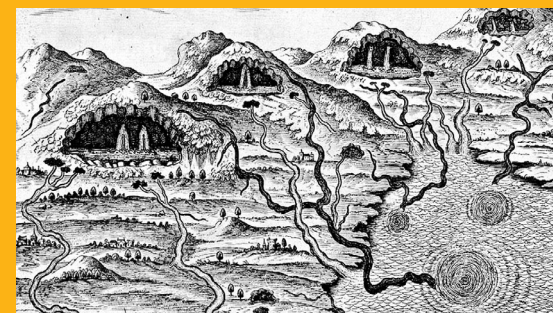
Η ΑΥΓΗ

Σάββατο 24 Σεπτεμβρίου 2022

Μπαίνοντας σε ένα Τούνελ ενώ αυτό σκάβεται: Για την πρακτική της ιστορίας

Ο Γουίλιαμ Γκας έσκαβε για πολλές δεκαετίες το μεγαλοπρεπές του Τούνελ. Εκεί, ο ήρωας του συνειδητοποίησε πως δεν μπορεί να ολοκληρώσει το ιστορικό του έργο αν δεν σκάψει πρώτα σε βάθος κάτω από την ίδια τη ζωή του.

ΣΕΛΙΔΑ 8



Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση

Ο κόσμος μας θεωρείται ότι βιώνει την λεγόμενη Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση. Οι αισιόδοξοι προβλέπουν ότι θα δημιουργήσει έναν άνθρωπο που θα έχει βελτιώσει όλες τις πλευρές της δημόσιας και ιδιωτικής ζωής του. Οι λιγότερο αισιόδοξοι ανησυχούν ότι και αυτή η βιομηχανική επανάσταση θα εντείνει τις κοινωνικές ανισότητες.

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5

Η επιβίωση στο αφιλόξενο σύμπαν: οι επιπτώσεις της μικροβαρύτητας στους οργανισμούς

Με το βλέμμα στραμμένο στα επόμενα διαστημικά επιτεύγματα, η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να λύσει το γρίφο της επίδρασης των συνθηκών μικροβαρύτητας στον ανθρώπινο οργανισμό. Πρόσφατη μελέτη ανέδειξε έναν ακόμα κίνδυνο που εγκυμονούν τα διαστημικά ταξίδια: ενδέχεται να προκαλούν βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

ΣΕΛΙΔΑ 6

Αμφιβάλλετε για τα αποτελέσματα μιας μελέτης; Ρωτήστε την DARPA!

Γνωρίζατε ή φανταζόσασταν ότι η Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων Άμυνας (DARPA) των ΗΠΑ θέλει να ξεδιαλέξει «την ήρα από το σιτάρι» στις επιστημονικές μελέτες των Κοινωνικών Επιστημών; Δείτε πως σκέφτεται να εφαρμόσει έναν αυτοματοποιημένο τρόπο εντοπισμού αναξιόπιστων ερευνητικών αποτελεσμάτων.

ΣΕΛΙΔΑ 7

Αεροπορικές πτήσεις και έκθεση στην ακτινοβολία

Ένας από τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες στον κλάδο των αερομεταφορών έχει την προέλευση του στο διάστημα, και δεν είναι άλλος από την έκθεση σε κοσμική ακτινοβολία.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3





Ο μηχανικός

Όταν άρχισε να φτιάχνει τον Κόσμο του μπήκαν διάφορες ιδέες. Μετά από τόσους αιώνες μοναξιάς και απάθειας ήθελε να ξεδώσει λίγο. Στην αρχή σκέφτηκε να φτιάξει πολλούς κόσμους και να τους απλώσει γύρω του, να τους βλέπει να στριφογυρίζουν πολύχρωμοι και θορυβώδεις. Μετά σκέφτηκε να φτιάξει έναν κόσμο που θα μικρομεγαλώνει, αλλάζοντας χρώματα και κάνοντας τους κατοίκους του να παίρνουν διαφορετικές μορφές ανάλογα με το μέγεθός του. Σκέφτηκε πολλά: άλλα στο τέλος χαμογέλασε ανόρεχτα. Αυτός ο σπαστικός ο Leibniz του έκανε τη ζωή δύσκολη. Οι μεταφυσικά αναγκαίες αλήθειες του ήταν ισχυρότερες κι από τον ίδιο τον Θεό. Δεν μπορούσε να ενεργήσει ελεύθερα, να πράξει σύμφωνα με την ελεύθερη βούλησή του. Όφειλε να συμμορφωθεί τουλάχιστον με την αρχή του αποχρώντος λόγου. Έτσι, έφτιαξε τον κόσμο όπως τον ξέρουμε.

Η συνέχεια της ιστορίας είναι γνωστή. Η κορωνίδα της Δημιουργίας τον απογοήτευσε. Ενώ τους είχε ζευγαρώσει και τους είχε δώσει όλη τη γνώση που χρειαζόνταν για να ζήσουν ευτυχισμένα στο Παράδεισο, αυτοί άρχισαν να ψάχνονται. Ίσως χρειαζόνταν κάποιες τελικές ρυθμίσεις για να μπορούν να διαχειριστούν όλη αυτή τη γνώση σύμφωνα με τις απαράβατες αρχές του Λόγου. Μόλις ξεκουραζόταν θα τους έδινε στο εργαστήριό του για το fine tuning. Αλλά οι εξελίξεις τον πρόλαβαν. Μέσα σε λίγες μέρες, χάλασαν τελειώς! Κι έτσι, αναγκάστηκε να τους πετάξει... Προς μεγάλη του έκπληξη, όμως, αυτοί συνέχισαν να λειτουργούν. Με προβλήματα, βέβαια, και σοβαρές ατέλειες, αλλά λειτουργούσαν. Τι να κάνει, δεν μπορούσε να τους παρατήσει στη μοίρα τους. Τους φρόντιζε διακριτικά προσέχοντας να μην παρεμβαίνει ανοικτά στις υποθέσεις τους και τους εκνευρίζει. Κι αυτοί... αυτοί συνέχισαν να τον απογοητεύουν. Η ολοκληρωτική απώλεια της θείας γνώσης, συνέπεια της έξωσής τους από τον Παράδεισο, τους βύθισε σε τεράστια σύγχυση. Δεν ήταν σε θέση ούτε να κατανοήσουν ούτε να συμμορφωθούν με τις μεταφυσικά αναγκαίες αλήθειες. Κι έτσι, ενεργούσαν όπως τους ερχόταν.

Αυτό είχε ένα παράδοξο αποτέλεσμα, όμως. Αυτοί μπορούσαν να κάνουν πράγματα που εκείνος, πάνσοφος και παντοδύναμος, αλλά ακριβώς γι' αυτό αιωνίως δεσμευμένος στον Λόγο, δεν μπορούσε να κάνει. Είχαν ελεύθερη βούληση, ό,τι διάβολο (λες;) κι αν σήμαινε αυτό. Στεναχωριόταν, αλλά τους καμάρωνε κιόλας. Τις πιο πολλές φορές χτυπούσαν το κεφάλι τους, αλλά είχαν μια ακατάβλητη αντοχή που τους έκανε να ξεκινούν κάθε φορά από την αρχή. Είδε μπροστά στα μάτια του να φτιάχνονται και να γκρεμίζονται χιλιάδες κόσμοι. Όσους είχε ονειρευτεί και δεν είχε τολμήσει να πραγματοποιήσει ο ίδιος τους είδε να παικνιδίζουν για λίγο μπροστά στα μάτια του και μετά να εξαϋλώνονται. Και τότε αντιλήφθηκε τι είχε πραγματικά συμβεί. Εκείνος, μοναχικός κι απόμακρος, είχε φτιάξει τον κόσμο με τον μοναδικό τρόπο που αυτό μπορούσε να γίνει. Τα σεβή κι απρόβλεπτα δημιουργήματά του έφτιαχναν τη ζωή με όλους τους δυνατούς τρόπους.

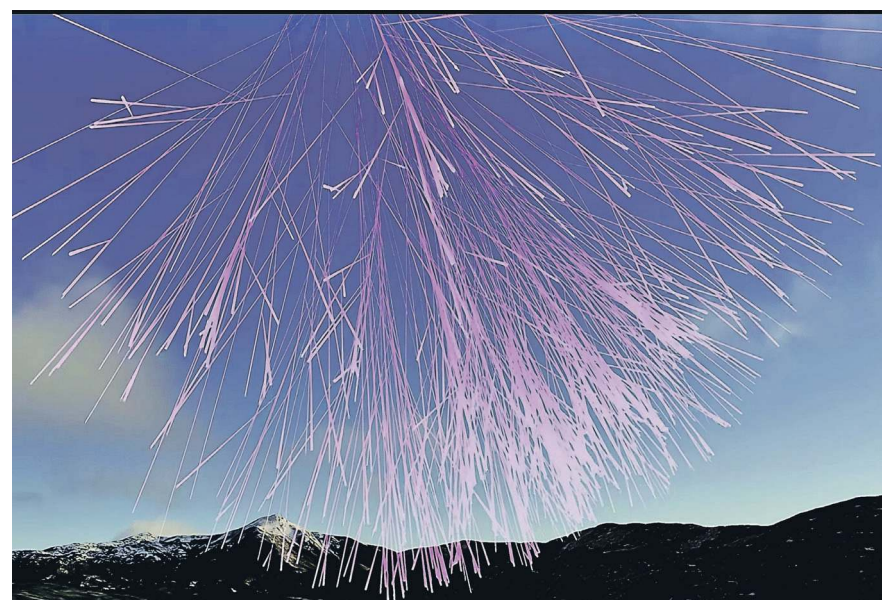
Μ.Π.

Αεροπορικές πτήσεις και έκθεση

Ηταν Δεκέμβριος του 1903, όταν τα αδέρφια Orville και Wilbur Wright κατασκεύασαν το πρώτο μηχανοκίνητο αεροπλάνο στη Βόρεια Καρολίνα των Ηνωμένων Πολιτειών. Μία άλλη εκδοχή αυτής της ιστορίας, έχει πρωταγωνιστή έναν άλλο (ίσως λιγότερο γνωστό σε εμάς) ήρωα, το Βραζιλιάνο Alberto Santos-Dumont, ο οποίος διεκδικεί τον τίτλο του πρώτου αεροπόρου. Ίσως, όλα αυτά τώρα, να μην έχουν ιδιαίτερη σημασία, καθώς έκτοτε, ριζικές αλλαγές έχουν λάβει χώρα στον τομέα της αεροπλοΐας, με χιλιάδες πτήσεις να πραγματοποιούνται καθημερινά σε όλο τον κόσμο. Σήμερα, είναι γνωστό ότι ένας από τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες στον κλάδο των αερομεταφορών (πιλότοι και αεροσυνοδοί), έχει την προέλευση του στο διάστημα, και δεν είναι άλλος από την έκθεση σε κοσμική ακτινοβολία.

Κοσμική ακτινοβολία και αεροπορικές πτήσεις

Ο άνθρωπος εκτίθεται καθημερινά σε φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές ακτινοβολίας. Η κοσμική ακτινοβολία αποτελεί μία από τις σημαντικότερες φυσικές πηγές ακτινοβολίας, καθώς αντιπροσωπεύει περίπου στο 10% με 15% της ακτινοβολίας που δεχόμαστε καθημερινά. Η έκθεση αυτή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το υψόμετρο, οι γεωγραφικές συντεταγμένες αλλά και η ηλιακή δραστηριότητα. Το επίπεδο έκθεσης σε κοσμική ακτινοβολία στην επιφάνεια της Γης μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά αμελητέο. Αυτό συμβαίνει, όχι μόνο λόγω της προστασίας που παρέχει το γήινο μαγνητικό πεδίο, αλλά και λόγω της θωράκισης που παρέχει η ατμόσφαιρα της Γης. Παρόλα αυτά, το πεδίο ακτινοβολίας αλλάζει σημαντικά όταν βρισκόμαστε στον εναέριο ή διαστημικό



χώρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα πληρώματα αεροσκαφών (πιλότοι, αεροσυνοδοί) και οι επιβάτες των εναέριων μεταφορών να εκτίθενται σε μεγαλύτερα ποσοστά κοσμικής ακτινοβολίας.

Η κοσμική ακτινοβολία διακρίνεται σε δύο βασικές συνιστώσες: την ηλιακή και τη γαλαξιακή. Οι ηλιακές κοσμικές ακτίνες, όπως φανερώνει και το όνομά τους, έχουν ηλιακή προέλευση και συνδέονται με φαινόμενα όπως οι ηλιακές εκλάμψεις και οι στεμματικές εκπομπές μάζας. Χαρακτηρίζονται από έντονη μεταβλητότητα, ενώ η ροή τους μπορεί να αυξηθεί ραγδαία κατά τη διάρκεια έντονων ηλιακών γεγονότων. Αντίθετα, οι γαλαξιακές κοσμικές ακτίνες προέρχονται κυρίως από πηγές εντός του Γαλαξία μας (όπως για παράδειγμα οι εκρήξεις καινοφανών και υπερκαινοφανών εκρήξεων, οι παλλόμενοι αστέρες, και η διαστρική ύλη) και αποτελούν το κυριότερο μέρος κοσμικής ακτινοβολίας που φτάνει στην κορυφή της γήινης ατμόσφαιρας. Αυτό που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον

είναι το γεγονός ότι η ένταση της πάντα παρούσας γαλαξιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει μία ανάποδη σχέση με τη δραστηριότητα του ήλιου. Αυτό σημαίνει, ότι σε συνθήκες έντονης ηλιακής δραστηριότητας, η ένταση της γαλαξιακής συνιστώσας ελαττώνεται, και αντίστροφα.

Η έκθεση σε κοσμική ακτινοβολία κατά τη διάρκεια μιας αεροπορικής πτήσης εξαρτάται από κάποιους βασικούς παράγοντες. Πρώτος τέτοιος παράγοντας είναι το υψόμετρο στο οποίο πραγματοποιείται η πτήση. Η αύξηση του υψομέτρου οδηγεί σε μειωμένη θωράκιση από την ατμόσφαιρα, κάτι που συνεπάγεται ταυτόχρονη αύξηση της δόσης ακτινοβολίας. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η διάρκεια της πτήσης, με πτήσεις μεγάλης διάρκειας να συνδέονται και με αυξημένη έκθεση. Παρόλα αυτά, το συμπέρασμα αυτό δεν είναι καθολικό, καθώς η έκθεση εξαρτάται άμεσα και από τη διαδρομή της πτήσης, ή πιο συγκεκριμένα από τα γεωγραφικά πλάτη που περνάει το αεροπλάνο.

Συνδεθείτε με το ΠΡΙΣΜΑ στο facebook
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE/

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Παναγιώτης Κάβουρας, Διδάκτωρ Φυσικής
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατνιώτης, Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών ΕΚΠΑ
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών
Μαρία Τσίπη, Διδάκτωρ Γενετικής

στην ακτινοβολία

Στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (κοντά στο βόρειο ή νότιο πόλο αντίστοιχα), η δομή του μαγνητικού πεδίου της Γης επιτρέπει σε μεγαλύτερο αριθμό σωματιδίων διαφόρων ενεργειών να φτάνει στα συνήθη υψόμετρα πτήσης. Αντίθετα, κοντά στον Ισημερινό, το γεωμαγνητικό πεδίο θωρακίζει πιο αποτελεσματικά ανακλώντας σωματίδια χαμηλών ενεργειών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η έκθεση στις πολικές περιοχές και γενικά στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη να είναι έως και τρεις φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τον Ισημερινό. Τέλος, η φάση της ηλιακής δραστηριότητας παίζει καθοριστικό ρόλο, με την έκθεση να είναι μεγαλύτερη σε συνθήκες ηλιακού ελαχίστου, εξαιτίας της αντίστροφης σχέσης της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας με τη δραστηριότητα του ήλιου που αναφέραμε παραπάνω. Φυσικά, αυτό αφορά την έκθεση στη γαλαξιακή συνιστώσα, καθώς η έκθεση κατά τη διάρκεια ενός έντονου ηλιακού γεγονότος μπορεί να είναι έως και τρεις τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη. Τα φαινόμενα αυτά επηρεάζουν κυρίως τις πολικές περιοχές, λόγω της χαμηλότερης προστασίας που παρέχει το μαγνητικό πεδίο.

Τα βιολογικά αποτελέσματα της κοσμικής ακτινοβολίας

Η κοσμική ακτινοβολία αποτελεί ιονίζουσα ακτινοβολία. Καθώς διεισδύει στην ύλη, προκαλεί ιονισμό και διασπά τους χημικούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων, προκαλώντας πολλές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες: τις στοχαστικές (τυχαίες) και τις μη στοχαστικές. Τα μη στοχαστικά (ντετερμινιστικά) αποτελέσματα εμφανίζονται συνήθως άμεσα, όταν η δόση ξεπερνά ένα συγκεκριμένο όριο (κατώφλι). Αντίθετα, για τα στοχαστικά αποτελέσματα δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή κατωφλίου, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται χρόνια έως και δεκαετίες αργότερα από τη στιγμή της ακτινοβολήσης.

Τα έκτακτα ηλιακά γεγονότα συνδέονται κυρίως με τις άμεσες επιδράσεις στην υγεία, εξαιτίας της υψηλής έντασης των φαινομένων. Μπορεί να περιλαμβάνουν κόπωση, ναυτία, έμετο, διάρροια, εγκαύματα, απώλεια του τριχωτού της κεφαλής, νόσους του κεντρικού νευρικού συστήματος, ακόμα και θάνατο. Αντίστοιχα, η έκθεση σε γαλαξιακή ακτινοβολία οδηγεί τόσο σε οξεία και άμεσα αποτελέσματα, όσο και σε μακροχρόνιες στοχαστικές επιπτώσεις, οι οποίες μπορούν να εμφανιστούν μετά από χρόνια ή ακόμα και να περάσουν στις επόμενες γενιές. Οι κυριότερες επιπτώσεις είναι η εμφάνιση καταρράκτη, καρκίνου και συμπαγών όγκων, λευχαιμίας, διάφορων κληρονομικών δια-



ταραχών αλλά και μη φυσιολογική ανάπτυξη και δυσπλασία του εμβρύου.

Επαγγελματική έκθεση σε κοσμική ακτινοβολία

Αν και όλα τα παραπάνω μπορεί να μας ακούγονται επικίνδυνα, η πραγματικότητα είναι ότι η επιβάρυνση ενός επιβάτη αερομεταφορών από την κοσμική ακτινοβολία είναι αμελητέα. Παρόλα αυτά, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα πληρώματα των αεροσκαφών, καθώς αποτελούν ομάδα επαγγελματικής έκθεσης σε ακτινοβολίες. Η μακροχρόνια έκθεση σε γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία, καθώς και η μεγαλύτερη πιθανότητα πτήσης κατά τη διάρκεια ενός έντονου ηλιακού γεγονότος, ενδέχεται να παρουσιάσουν μακροπρόθεσμα αρνητικό αντίκτυπο στην υγεία των πιλότων και των αεροσυνοδών. Ένα άλλο γεγονός που διακρίνει την επαγγελματική έκθεση των πληρωμάτων αεροσκαφών σε σχέση με άλλες επαγγελματικά εκτιθέμενες ομάδες σε ακτινοβολίες είναι η παρουσία μεγάλου ποσοστού νετρονίων στα συνήθη ατμοσφαιρικά υψόμετρα πτήσης, καθώς τα νετρόνια έχουν χαρακτηριστεί ως καρκινογόνος παράγοντας πρώτης βαθμίδας από το Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο.

Για την αξιολόγηση της έκθεσης του πληρώματος σε κοσμική ακτινοβολία, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, όπως ο υπολογισμός ωρών πτήσης με τη βοήθεια ημερολογίου, η χρήση ειδικών ανιχνευτικών διατάξεων μέσα στο αεροπλάνο ή η χρήση υπολογιστικών μοντέλων. Εξαιτίας του ιδιαίτερα πολύπλοκου πεδίου της κοσμικής ακτι-

νοβολίας, για την αξιολόγηση αυτής της έκθεσης προτείνονται υπολογιστικά μοντέλα και εφαρμογές λογισμικού. Αυτά βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα, αριθμητικές αναλύσεις και προσομοιώσεις του γεωδιαστημικού περιβάλλοντος. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν διαθέσιμα πολλά τέτοια μοντέλα τα οποία έχουν δημιουργηθεί με συνεργασίες ανάμεσα σε πανεπιστήμια, ερευνητικά ινστιτούτα και αεροπορικές εταιρείες. Επίσης, πολλά από αυτά είναι διαθέσιμα σε απλουστευμένη εκδοχή και στο γενικό κοινό, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στον καθένα να εκτιμήσει τη δόση ακτινοβολίας που δέχθηκε ή θα δεχθεί κατά τη διάρκεια μιας πτήσης.

Θεσμικό Πλαίσιο

Ήδη από τις αρχές του 1990, η Διεθνής Επιτροπή Ακτινοπροστασίας (International Commission on Radiological Protection, ICRP) κάνει σύσταση για την αναγνώριση της έκθεσης των πληρωμάτων αεροσκαφών στην ιονίζουσα κοσμική ακτινοβολία ως επαγγελματική. Σημείο - σταθμό αποτελεί η υιοθέτηση αυτή της σύστασης με την εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 96/29/EURATOM από την Ευρωπαϊκή Ένωση το 1996, η οποία εντάσσεται στο νομικό πλαίσιο όλων των μελών - κρατών από το 2000. Στην οδηγία αυτή, καθορίζονται τα πρότυπα ασφαλείας και ακτινοπροστασίας ενάντια στην ιονίζουσα ακτινοβολία τόσο για τους επαγγελματίες σε κλάδους που σχετίζονται με ακτινοβολίες, όσο και για το γενικό κοινό. Όσον αφορά τα πληρώματα των αεροσκαφών, τα προβλεπόμενα μέτρα στοχεύουν στη μείωση της έκθεσης του επαγ-

γελματικά εκτιθέμενου προσωπικού, τον περιορισμό της έκθεσης των εγκύων μελών του πληρώματος από τη στιγμή ανακοίνωσης της εγκυμοσύνης, καθώς και την σωστή ενημέρωση του πληρώματος σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία που μπορεί να προκαλέσει η κοσμική ακτινοβολία. Η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε το 2013 με την 2013/59/EURATOM, υιοθετώντας τις πιο πρόσφατες συστάσεις της ICRP και καθορίζοντας σαφή όρια έκθεσης.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως δεν υπάρχει επίσημο νομικό πλαίσιο για την ακτινοπροστασία των πληρωμάτων αεροσκαφών στις ΗΠΑ, με αποτέλεσμα η αξιολόγηση της έκθεσης σε κοσμική ακτινοβολία να μην είναι ολοκληρωμένη, ενώ αντίστοιχα δεν έχουν θεσπιστεί επίσημα όρια έκθεσης. Η Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας (Federal Aviation Administration, FAA), παρόλα αυτά, συνιστά την υιοθέτηση των μέτρων και συστάσεων της ICRP και του Εθνικού Συμβουλίου Ακτινοπροστασίας και Μετρήσεων (National Council on Radiation Protection & Measurements, NCRP), έχοντας, όμως, κυρίως συμβουλευτικό ρόλο.

Η Διεθνής Ομοσπονδία Πιλότων Αεροπορικών Γραμμών (International Federation of Air Line Pilots' Associations, IFALPA) αντιπροσωπεύει πάνω από 100.000 πιλότους παγκοσμίως και έχει ως στόχο την ευαισθητοποίηση σχετικά με την έκθεση σε κοσμική ακτινοβολία και την ακτινοπροστασία των πληρωμάτων των αεροσκαφών.

Αναστασία Τεζάρη

Φυσικός, Διδάκτωρ Ιατρικής Φυσικής ΕΚΠΑ

Πηγές

ICRP, 2016. Radiological Protection from Cosmic Radiation in Aviation. ICRP Publication 132. Ann. ICRP 45(1), 1–48.

International Commission on Radiation Units and Measurements. Reference data for the validation of doses from cosmic-radiation exposure of aircraft crew. ICRU Report 84. J. Int. Commun. Radiat. Units Meas. 2010, 10, 5–6.

European Commission. Directive 96/29/EURATOM of 13 May 1996 Laying Down Basic Safety Standards for the Protection of the Health of Workers and the General Public Against the Dangers Arising from Ionizing Radiation; Publications Office: Luxembourg, 1996.

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση

Ο όρος *επανάσταση* υποδηλώνει την διαδικασία που σηματοδοτεί μία ριζική αλλαγή, που «ενσαρκώνει» ή «δικαιώνει» πιο υποδόριες αλλαγές οι οποίες ξεδιπλώνονταν για δεκαετίες ή ακόμα και αιώνες. Παρότι μακροχρόνια η κυοφορία τους, δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν με ακρίβεια χρονικά ή γεωγραφικά ούτε να ρυθμιστούν με ακρίβεια οι επιπτώσεις της. Κάποιες φορές το υπόβαθρο της επαναστατικής διαδικασίας είναι σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις, που επηρεάζουν τους τρόπους και την οργάνωση της παραγωγής. Άλλες φορές το υπόβαθρο είναι ανθρωπογενείς (π.χ. πόλεμοι) ή φυσικές (π.χ. σιτοδείες) καταστροφές. Δεν είναι ασυνήθιστο τέτοιες διαδικασίες να επιφέρουν σημαντικές, πολλές φορές κατακλυσμιαίες, πολιτικές ανατροπές. Συνεπώς, μία επανάσταση, ενώ μπορεί να σηματοδοτεί μία ρήξη με το παρελθόν, δεν πέφτει από τον ουρανό. Οι φορείς των επαναστάσεων – επιστήμονες, πολιτικοί, αναθεωρητικές ομάδες, λαοί – αποτελούν μέρος του «παλιού» κόσμου.

Παρότι σε αυτό το άρθρο θα ασχοληθούμε με την λεγόμενη Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση, οι παραπάνω εισαγωγικές φράσεις θεωρήθηκαν αναγκαίες, για να είμαστε ιδιαιτέρως προσεκτικοί στην ρητορική των οραματιστών ή προφητών τέτοιων τεχνολογικής φύσης επαναστάσεων. Τέτοι-οι ευαγγελιστές διατείνονται, καμιά φορά μετά μανίας, ότι ο κόσμος μας θα γίνει σχεδόν αυτομάτως πιο δίκαιος, αν αφήσουμε ανεμπόδιστη την παραγωγική και οικονομική δυναμική μιας νέας τεχνολογίας ή μιας ομάδας νέων τεχνολογιών, όπως στην περίπτωση της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης.

Για να αποκτήσουμε μια προοπτική της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης, θα αναφέρουμε τηλεγραφικά την περιοδολόγηση των προηγούμενων τριών βιομηχανικών επαναστάσεων. Η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση διήρκεσε χονδρικά τις δύο τελευταίες και τις πρώτες τέσσερις δεκαετίες του 18^{ου} και του 19^{ου} αιώνα, αντιστοίχως. Πυροδοτήθηκε από την προοδευτική κατασκευή των σιδηροδρόμων και την χρήση του ατμοκινητήρα. Εγκαίνιασε την μηχανική παραγωγή, ενώ οδήγησε στην ανάπτυξη του κλάδου της Φυσικής που ονομάζεται Θερμοδυναμική (S. Carnot). Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση, ξετυλίχθηκε κατά τα τέλη του 19^{ου} και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Καθιέρωσε, σε λίγες οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες, τη μαζική παραγωγή, που χρησιμοποιούσε σε ευρεία κλίμακα ηλεκτρική ενέργεια και τη λεγόμενη «γραμμή συναρμολόγησης». Δεν είναι τυχαίο ότι τα



μεγάλα θεωρητικά άλματα στον κλάδο της Φυσικής που ονομάζεται Ηλεκτρομαγνητισμός, έγιναν κατά τη διάρκεια της Δεύτερης Βιομηχανικής Επανάστασης (J.C. Maxwell). Η Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση ξεκίνησε την δεκαετία του 1960 και από πολλούς ονομάζεται «ψηφιακή επανάσταση», επειδή στηρίχτηκε στην κατασκευή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι οποίοι με τη σειρά τους βασίστηκαν στη δυνατότητα ευρείας κλίμακας παραγωγής ημιαγωγικών υλικών.

Στις μέρες μας έχει καθιερωθεί να αναφερόμαστε ότι η λεγόμενη Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση χτίζεται επάνω στα «τρομερά παιδιά» της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης. Αυτή η εν τη γενέσει της βιομηχανική επανάσταση χαρακτηρίζεται από μία συγχώνευση διαφορετικών καινοτόμων τεχνολογιών, που θεωρείται ότι καθιστούν τα σύνορα μεταξύ τεχνικού, ψηφιακού και βιολογικού κόσμου δυσδιάκριτα. Ένας από τους βασικότερους θεωρητικούς του ερχομού αυτής της βιομηχανικής επανάστασης, ο Klaus Schwab, θεωρεί ότι υπάρχουν τρεις λόγοι για τους οποίους στις μέρες μας δεν βιώνουμε απλώς μία επιμήκυνση της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης, αλλά μία ποιοτικά διαφορετική κατάσταση· μία πραγματική ρήξη με το παρελθόν. Οι τρεις αυτοί λόγοι περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των αλλαγών που βιώνουμε: *υψηλή ταχύτητα, ευρύτητα εφαρμογής και βάθος των συνεπειών*. Πιο συγκεκριμένα, θεωρείται ότι η ταχύτητα με την οποία συντελούνται οι σύγχρονες τε-

χνολογικές ρήξεις δεν έχει προηγούμενο στην ιστορία. Ενώ οι προηγούμενες τρεις βιομηχανικές επαναστάσεις ακολουθούσαν έναν γραμμικό ρυθμό εξέλιξης (δηλαδή ταχύτητας επέκτασής τους σε διαφορετικούς τομείς παραγωγής), η τέταρτη ακολουθεί έναν εκθετικό ρυθμό. Επίσης, φαίνεται ότι η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση διαταράσσει (disrupts) σχεδόν όλους τους βιομηχανικούς κλάδους σε σχεδόν όλες τις χώρες του κόσμου. Τέλος, τέτοιου είδους τεχνολογικές εξελίξεις θεωρείται ότι θα μεταβάλλουν ολόκληρα συστήματα παραγωγής, διαχείρισης και διοίκησης, κάτι που θεωρείται ότι θα έχει μεταμορφωτική επίδραση το εργασιακό τοπίο.

Για παράδειγμα, οι προοπτικές εργασίας που παρέχονται από την δυνατότητα διασύνδεσης δισεκατομμυρίων ανθρώπων διασυνδεδεμένων μέσω κινητών τηλεφώνων, υψηλής ταχύτητας επεξεργασίας και χώρου αποθήκευσης δεδομένων, είναι απεριόριστες. Και αυτές οι προοπτικές γίνονται ακόμα πιο εντυπωσιακές, κατά τους ευαγγελιστές της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης, από αναδυόμενες τεχνολογίες όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, η Ρομποτική, το Internet of Things, τα αυτόνομα οχήματα, η τρισδιάστατη εκτύπωση, η νανοτεχνολογία, η βιοτεχνολογία, η αποθήκευση ενέργειας και οι κβαντικοί υπολογιστές.

Ήδη η Τεχνητή Νοημοσύνη βρίσκεται ολόγυρά μας, καθοδηγώντας αυτόνομα αυτοκίνητα και drones ή ελέγχοντας λογισμικό που μεταφράζει, κάνει αυτόματες επενδύ-

σεις, ανακαλύπτει νέα φάρμακα ή κατασκευάζει αλγορίθμους που προβλέπουν τα πολιτιστικά ενδιαφέροντά μας. Οι εντυπωσιακές εξελίξεις στην Τεχνητή Νοημοσύνη, φυσικά, έχουν καταστεί δυνατές μέσω της εκθετικής αύξησης στην υπολογιστική ισχύ και της διαθεσιμότητας γιγαντιαίων ποσοτήτων δεδομένων. Επίσης, ψηφιακές τεχνολογίες αλληλεπιδρούν με τον βιολογικό κόσμο σε καθημερινή βάση. Μηχανικοί, σχεδιαστές και αρχιτέκτονες συνδυάζουν ψηφιακό σχεδιασμό, τρισδιάστατη εκτύπωση, επιστήμη των υλικών και συνθετική βιολογία (π.χ. βλέπε Organ-on-a-chip ή Body-on-a-chip), για να δημιουργήσουν ένα ανθρωπογενές οικοσύστημα μικροοργανισμών, ανθρώπινου σώματος και προϊόντων που καταναλώνουμε, ακόμα και κτιρίων στα οποία κατοικούμε.

Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση δεν εφαρμόζεται αποκλειστικά στα συνδεδεμένα συστήματα, αλλά αφορά και σε καινοτόμες τεχνολογίες που εκτείνονται από το πεδίο μελέτης της γονιδιακής αλληλουχίας έως την νανοτεχνολογία και από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως τους κβαντικούς υπολογιστές. Οι τεχνολογίες που δύο δεκαετίες πριν αναφέρονταν *συγκλίνουσες τεχνολογίες* τώρα πια εμπλουτίζονται, αλληλεπιδρούν και συγχωνεύονται. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι, κατά τον Klaus Schwab, που καθιστά την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση ριζικά διαφορετική από τις προηγούμενες.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης είναι η ταχύτητα με την οποία εξαπλώνεται η χρήση των προϊόντων της. Για παράδειγμα, ο άξονας που αποτέλεσε το σήμα κατατεθέν της Πρώτης Βιομηχανικής Επανάστασης χρειάστηκε λίγο πάνω από έναν αιώνα για να εξαπλωθεί εκτός Ευρώπης. Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση δεν έχει ακόμη επιδράσει στην ολότητα της στο ένα πέμπτο της ανθρωπότητας, με σχεδόν 1,3 δισεκατομμύρια ανθρώπους να μην έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Αναλόγως, περισσότερο από το μισό της ανθρωπότητας – οι περισσότεροι από τους οποίους ζουν στον ανεπτυγμένο κόσμο – δεν έχει ακόμα πρόσβαση στο διαδίκτυο, δηλαδή σε ένα από τα δημιουργήματα της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης. Αντιθέτως, το έξυπνο τηλέφωνο, που κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2007, χρειάστηκε μόλις οκτώ χρόνια για να φτάσει στις δύο δισεκατομμύρια χρησιμοποιούμενες μονάδες, φτάνοντας στα χέρια του ενός τετάρτου της ανθρωπότητας.

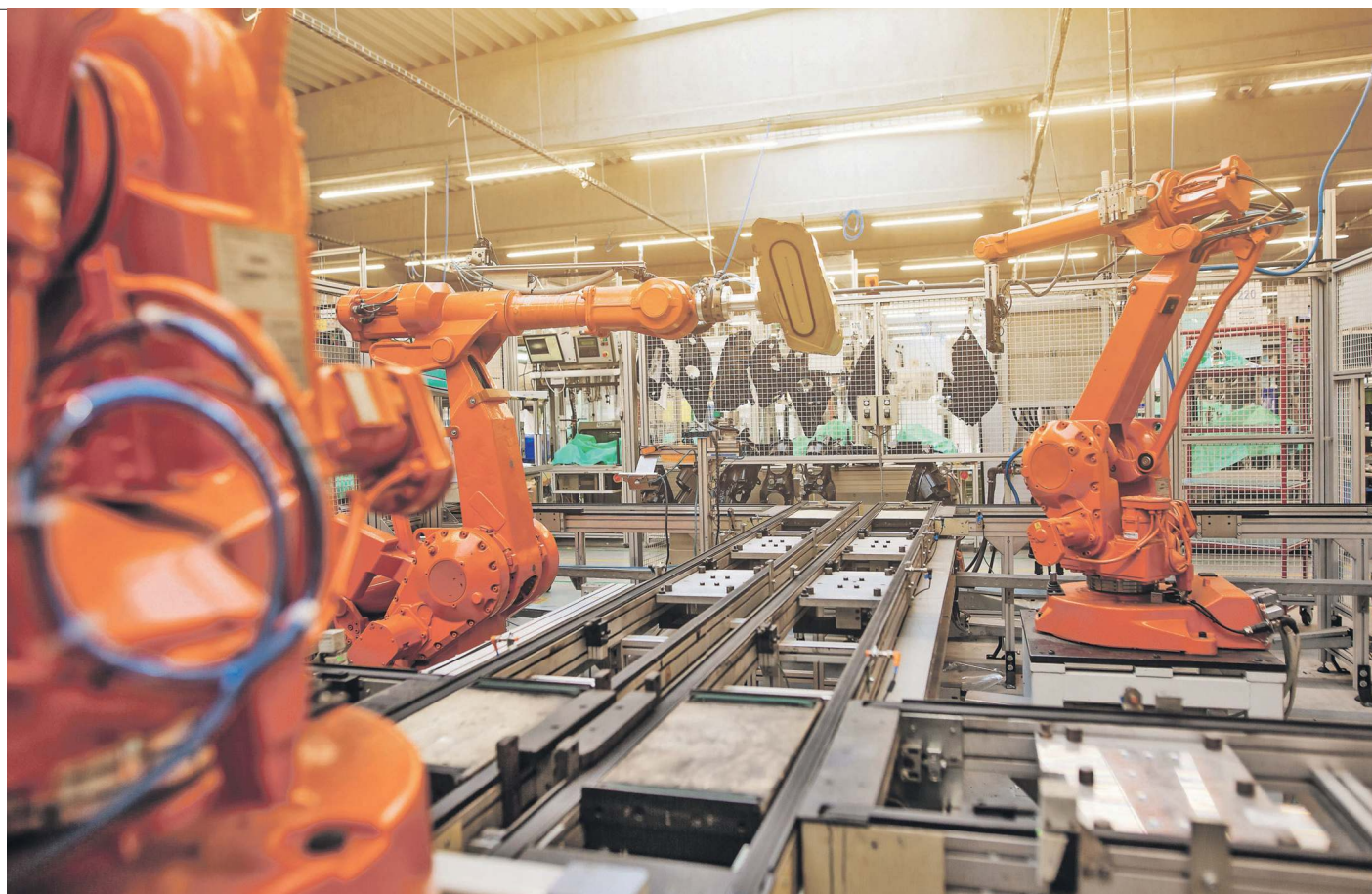
Ένα, επίσης χαρακτηριστικό, παράδειγμα της «εισβολής» της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης είναι η επονομαζόμενη *Βιομηχανία 4.0* (Industry 4.0), η οποία χαρα-

κτηρίζεται από την εκτεταμένη, τόσο σε μήκος όσο και σε βάθος, εφαρμογή τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών στη βιομηχανία. Τα συστήματα παραγωγής, που ήδη έχουν ενσωματώσει τεχνολογία υπολογιστών, μέσω της σύνδεσής τους στο διαδίκτυο θα αποκτήσουν ένα *ψηφιακό δίδυμο* (digital twin). Αυτό θα επιτρέψει στον καλύτερο σχεδιασμό αυτόματης ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ διαφορετικών μονάδων ενός εργοστασίου, με στόχο τη βελτιστοποίηση της παραγωγής ακόμα και σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να επεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας. Αυτό θεωρείται ότι θα είναι το επόμενο βήμα στον αυτοματισμό της παραγωγής και περιγράφεται γλαφυρά από τον όρο *έξυπνο εργοστάσιο*.

Μία τέτοια εξέλιξη αναμένεται να εφαρμοστεί και σε ολόκληρες γραμμές παραγωγής που θα ξεπερνά σε κλίμακα το έξυπνο εργοστάσιο: ίσως δεν αργήσει η εφαρμογή μιας τέτοιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας παραγωγής που να συνδέει, για παράδειγμα, το ορυχείο σιδηρομεταλλεύματος, τις εγκαταστάσεις καθαρισμού, κραματοποίησης, μορφοποίησης και τις διαδρομές διάθεσής του στην αγορά. Σε ένα ίσως ακραίο παράδειγμα, ένα τέτοιο σύστημα θα μπορεί να λαμβάνει αυτοματοποιημένες αποφάσεις ρύθμισης της εξόρυξης, βασιζόμενο στις παραγγελίες ή βελτιστοποίησης της κραματοποίησης, βασιζόμενο στην ποιότητα των μορφοποιημένων προϊόντων, σε πραγματικό χρόνο. Ο άνθρωπος παράγοντας, φυσικά, δεν θα εκλείψει. Αναμένεται όμως ότι θα καταστεί πολύ λιγότερο απαραίτητος για εργασίες και αποφάσεις ρουτίνας.

Όπως όλες οι βιομηχανικές επαναστάσεις που προηγήθηκαν, έτσι και η τέταρτη στη σειρά έχει την προοπτική να αυξήσει την ποιότητα της ζωής σε παγκόσμιο επίπεδο. Ένα από τα απτά οφέλη, για παράδειγμα, είναι ότι η πρόσβαση σε ψηφιακά προϊόντα και υπηρεσίες έχουν κάνει τις ζωές μας πιο αποδοτικές και ευχάριστες. Η εύκολη μίσθωση ενός ταξί ή το κλείσιμο ενός αεροπορικού εισιτηρίου, η ταχύτατη εξόφληση αγορών πάσης φύσης, η απόλαυση μουσικής ή κινηματογραφικής ταινίας οπουδήποτε και να είμαστε. Οι ειδικοί αναμένουν ότι τα κόστη μετακίνησης και επικοινωνίας θα μειωθούν, ενώ οι παγκόσμιες γραμμές ανεφοδιασμού θα γίνουν πιο αποδοτικές, μειώνοντας τα κόστη του εμπορίου – κάτι που αναμένεται να οδηγήσει στο άνοιγμα νέων αγορών και στην οικονομική ανάπτυξη.

Την παραπάνω ευφορία, όμως, δεν την συμμερίζονται όλοι. Οικονομολόγοι τονίζουν ότι η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση ενδέχεται να προκαλέσει μεγαλύτερη ανισότητα, που θα προκληθεί από τη διαταραχή της αγοράς εργασίας. Καθώς η αυτοματοποίηση υποκαθιστά την ζωντανή εργασία (όχι όμως πια αποκλειστικά τη χειρωνακτική) σε ένα ευρύ φάσμα παραγωγής, η συνολική εκτόπιση των εργαζόμενων από «μηχανές» αναμένεται να επιδεινώσει το χάσμα μεταξύ των ιδιοκτητών των μέσων παραγωγής και των εργαζόμενων. Από την άλλη μεριά, οι υποστηρικτές της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης υποστηρίζουν ότι η ζωντανή εργασία να γίνει πιο ποιοτική και πιο ασφαλής. Δεν μπορούμε, επί του παρόντος, να προβλέψουμε ποιο σενάριο θα



πραγματοποιηθεί· κάλλιστα, μπορεί να ισχύσει ένας συνδυασμός των δύο. Δυστυχώς όμως δεν γνωρίζουμε ποιο από τα δύο θα επικρατήσει και – ακόμα περισσότερο – πόσο εμφατικά θα επικρατήσει.

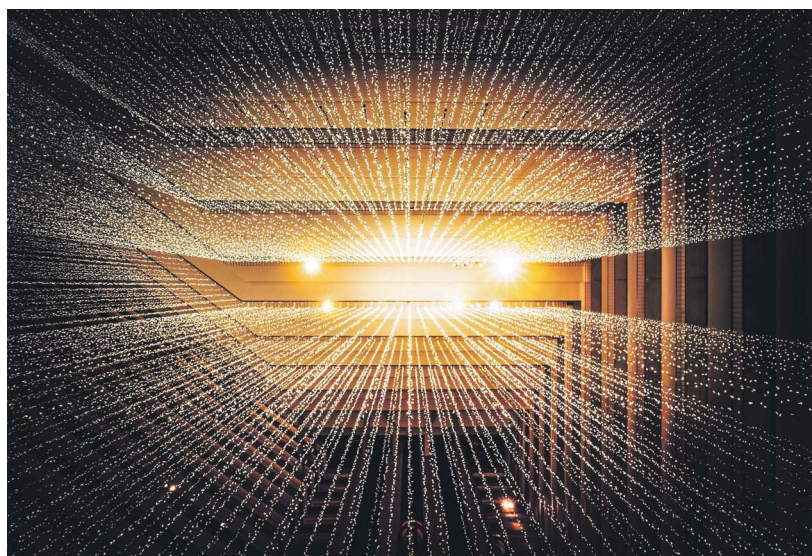
Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση, πάντα με βάση τις απόψεις των ειδικών, θα μεταβάλλει όχι μόνο αυτό που κάνουμε, αλλά και αυτό που είμαστε. Θα επηρεάσει την ταυτότητά μας και όλες τις παραμέτρους που σχετίζονται με αυτήν, όπως το αίσθημα της ιδιωτικότητας, τον προσδιορισμό του τι είναι ιδιοκτησία, τους τρόπους που καταναλώνουμε, το χρόνο που αφιερώνουμε στην εργασία και στην ψυχαγωγία, τον τρόπο που εξελίσσουμε την καριέρα μας, τις μεθόδους με τις οποίες καλλιεργούμε τις δεξιότητές μας, καθώς και τις κοινωνικές διαδικασίες με τις οποίες γνωρίζουμε ανθρώπους και δημιουργούμε σχέσεις.

Οι αισιόδοξοι οραματιστές της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης θεωρούν ότι θα καταλήξουμε σε έναν «επαυξημένο» άνθρωπο, δηλαδή σε έναν άνθρωπο που θα έχει βελτιώσει όλες τις πλευρές της

δημόσιας και ιδιωτικής ζωής του. Οι λιγότερο αισιόδοξοι οραματιστές ανησυχούν ότι ο άνθρωπος που θα έχει ενσωματώσει στην καθημερινή ζωή του τα προϊόντα της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης ενδέχεται να στερηθεί μερικές από τις ιδιότητες που αποτελούν την πεμπουσία της ανθρώπινης φύσης, όπως την συμπόνια και – σε αντιδιαστολή με τις δυνατότητες που του παρέχονται – την συνεργατικότητα. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα έξυπνα τηλέφωνα μας. Η συνεχής δικτύωση που μας προσφέρουν μπορεί να μας στερήσει, σε βάθος χρόνου, μερικές από τις «ευλογίες» της ζωής, όπως τη συμμετοχή μας σε μια εποικοδομητική συζήτηση ή τις ευκαιρίες να στοχαστούμε ή απλώς να ρεμβάσουμε.

Οι βιομηχανικές επαναστάσεις έκαναν την είσοδό τους στο γίγνεσθαι της ανθρωπότητας ασχέτως της όποιας γνώμης των οραματιστών ή ειδικών της εποχής. Ενώ οι πρώτοι επικοινωνούσαν με σχεδόν ένθεη μανία τις απόψεις τους περί ερχομού ενός επί γης παραδείσου ή κόλασης, η πραγματικότητα αποδείκνυε πεισματικά ότι ήταν αρκετά πιο πολύπλοκη, ανομοιογενής και απρόβλεπτη. Το αν η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση αποδειχθεί πανάκεια για τα κοινωνικά προβλήματα είναι κάτι που μένει να αποδειχθεί. Δεν μπορούμε παρά να πούμε ότι η επίδραση των αναδυόμενων τεχνολογιών-στυλοβατών της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης απαιτεί χειρισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να είναι ευέλικτοι, δηλαδή συνεχώς προσαρμοζόμενοι με την εκάστοτε οικονομική, κοινωνική, πολιτική και γεωστρατηγική κατάσταση. Το ζήτημα είναι ποιοι κάνουν αυτούς τους χειρισμούς ή, εν πάση περιπτώσει, ποιοι επηρεάζουν αυτούς που είναι τυπικά υπεύθυνοι να τους κάνουν. Το επίδικο, για μια ακόμα φορά, είναι ποιος θα δρέψει τους καρπούς της τεχνολογικής προόδου· οι κοινωνίες ή οι οντότητες που επενδύουν γιγάντια χρηματικά ποσά στις νέες τεχνολογίες;

Π.Κ.



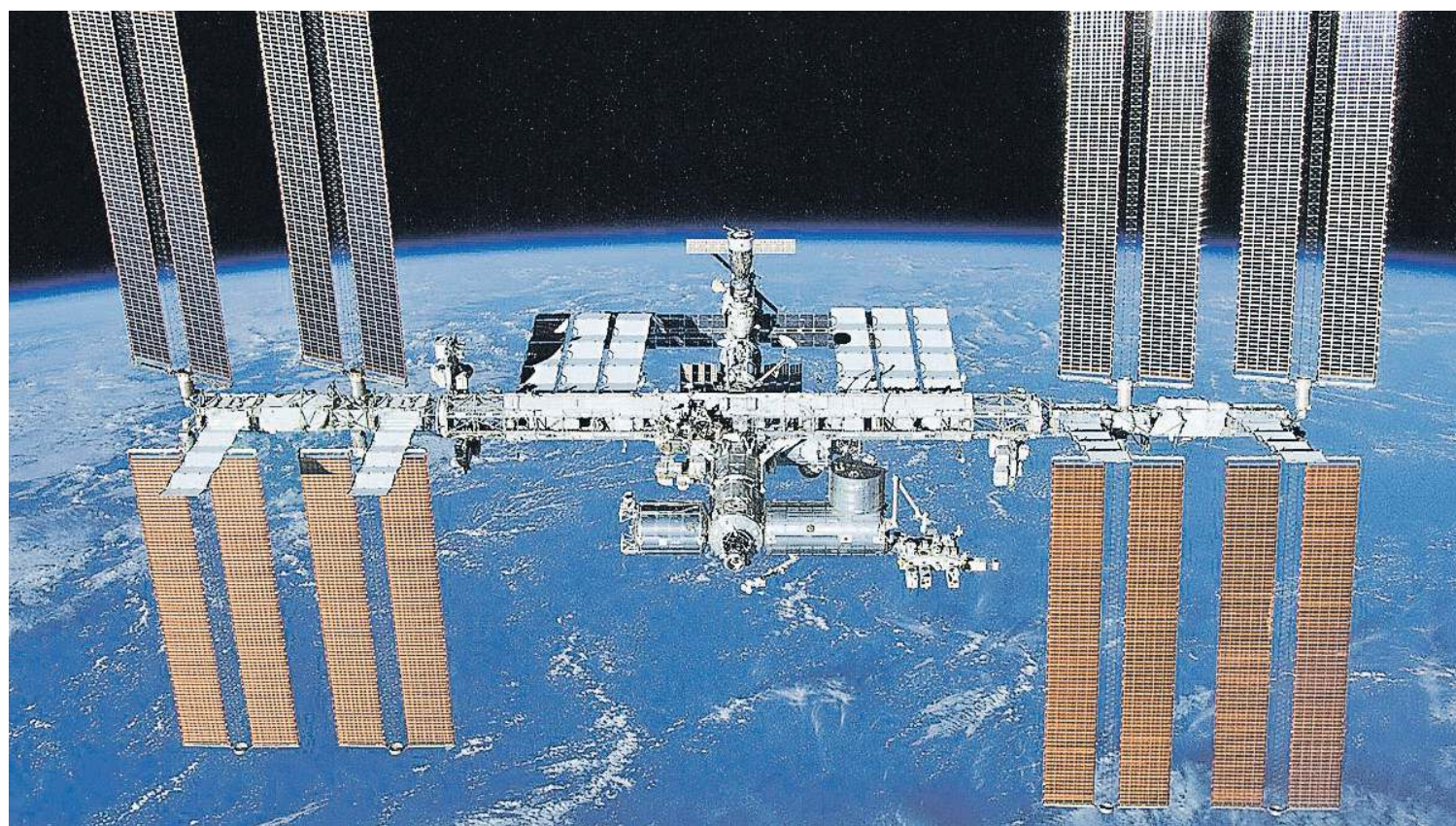
Η επιβίωση στο αφιλόξενο σύμπαν

Οι επιπτώσεις της μικροβαρύτητας στους οργανισμούς

Τα περισσότερα από 60 χρόνια διαστημικών πτήσεων έχουν ανοίξει νέους ορίζοντες στην εξερεύνηση του αχανούς σύμπαντος. Παράλληλα έχουν αναδείξει τις δυσκολίες για την επιβίωση του ανθρώπου στο συναρπαστικό αλλά αφιλόξενο περιβάλλον του διαστήματος. Με το βλέμμα στραμμένο στα επόμενα διαστημικά επιτεύγματα που φαίνεται ότι δεν θα αργήσουν να έρθουν, η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να λύσει το γρίφο της επίδρασης των συνθηκών μικροβαρύτητας που επικρατούν μακριά από τη Γη, στον ανθρώπινο οργανισμό. Πρόσφατη μελέτη ανέδειξε έναν ακόμα κίνδυνο που εγκυμονούν τα διαστημικά ταξίδια: ενδέχεται να επηρεάζουν αρνητικά το κεντρικό νευρικό σύστημα.

Με τον όρο «μικροβαρύτητα» αναφερόμαστε στην κατάσταση όπου τα υλικά σώματα φαίνεται ότι στερούνται βαρύτητας. Η μικροβαρύτητα γίνεται αντιληπτή στο διάστημα όπου οι αστροναύτες και τα αντικείμενα γύρω τους αιωρούνται. Η βαρύτητα, η έλξη που ασκεί η Γη σε ένα σώμα, μειώνεται όσο αυξάνεται η απόσταση μεταξύ τους. Παρόλα αυτά στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό ή σε οποιοδήποτε διαστημικό αεροσκάφος που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τη Γη, επικρατούν συνθήκες φαινομενικής έλλειψης της βαρύτητας, όχι εξαιτίας της απόστασης από τη Γη, αλλά επειδή τα αντικείμενα και οι αστροναύτες που βρίσκονται μέσα πραγματοποιούν διαρκώς ελεύθερη πτώση. Η μικροβαρύτητα απασχόλησε τους επιστήμονες και πολλά πειράματα που πραγματοποιούνται στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό στοχεύουν στη μελέτη της επίδρασής της στους οργανισμούς.

Στην αρχή της διαστημικής εποχής η μικροβαρύτητα δεν φαινόταν να προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία, σε αντίθεση με άλλα ζητήματα που αφορούσαν την επιβίωση στο διάστημα. Παρόλα αυτά, έρευνες δεκαετιών σε αστροναύτες απέδειξαν ότι το ανθρώπινο σώμα καθίσταται ευάλωτο στις συνθήκες που επικρατούν στα διαστημικά ταξίδια. Αυτό έχει σχετιστεί άμεσα με το περιβάλλον μικροβαρύτητας μέσα στο οποίο καλούνται οι αστροναύτες να επιβιώσουν πολλές φορές για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Από την άλλη πλευρά, πληθώρα πειραμάτων ανέδειξε τη σημασία της βαρύτητας για την επιβίωση και λειτουργικότητα των οργανισμών. Η ζωή στη Γη διαμορφώθηκε και εξελίχθηκε σε σχέση με τις μοναδικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν. Η βαρύτητα στον πλανήτη μας είναι



ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες καθώς είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη μορφή των οργανισμών και τις λειτουργίες που αυτοί επιτελούν. Ο άνθρωπος δεν αποτελεί εξαίρεση. Από το κυκλοφορικό, το πεπτικό και το κεντρικό νευρικό σύστημα που περιέχουν υγρά που μετακινούνται κατευθυνόμενα από τη βαρύτητα, μέχρι τα οστά και τους μύες, το ανθρώπινο σώμα είναι διαμορφωμένο με βάση την ύπαρξη της βαρυτικής έλξης. Χωρίς αυτήν, τα υγρά του σώματος δεν κυκλοφορούν σωστά και επηρεάζονται οι αισθήσεις της όσφρησης και της γεύσης. Οι μύες και τα οστά ατροφούν, γεγονός που κάνει τη συστηματική σωματική άσκηση των αστροναυτών επιβεβλημένη, ενώ και η καρδιά φαίνεται να επηρεάζεται.

Σύμφωνα με νεότερα δεδομένα η μικροβαρύτητα επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα σε ορισμένους οργανισμούς. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξε ερευνητική ομάδα μετά από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν οι μύγες φρούτων *Drosophila melanogaster* ως μοντέλα-ζώων, εξαιτίας των πολλών ομοιοτήτων τους με τον άνθρωπο σε πολλές κυτταρικές και μοριακές διαδικασίες. Άλλωστε περίπου

το 75% των γονιδίων που σχετίζονται με ασθένειες στον άνθρωπο εντοπίζονται και στις μύγες. Επομένως η γνώση που αποκτάται με την πολύτιμη συμβολή του συγκεκριμένου ζώου είναι πολύ σημαντική για την κατανόηση της επίδρασής του διαστημικού περιβάλλοντος στους ανθρώπους. Στο πείραμα που διεξήχθη από το ερευνητικό τμήμα της NASA σε συνεργασία με πανεπιστήμια των ΗΠΑ και του Καναδά, οι μύγες μεταφέρθηκαν και έζησαν στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό στο πλαίσιο μηνιαίας διαστημικής αποστολής, σε ειδικά διαμορφωμένη διάταξη όπου τα επίπεδα βαρύτητας παρουσίαζαν διακυμάνσεις. Οι μύγες τρέφονταν και αναπαράγονταν σε διαφορετικές συνθήκες βαρύτητας, ενώ ορισμένες από αυτές εκτέθηκαν σε τεχνητή βαρύτητα παρόμοια με αυτήν που ασκείται στα σώματα που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης, με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού. Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό οι μύγες παρακολουθούνταν με κάμερες. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στη Γη προκειμένου να μελετηθούν τυχόν αλλαγές στα γονιδιά τους. Οι ερευνητές διερεύνησαν, επίσης, την ύπαρξη αλλαγών στην ικανότητά τους να κινούνται στον χώρο και με διάφορα κυτταρο-

λογικά και βιοχημικά τεστ εξέτασαν πιθανές μεταβολές στον εγκέφαλό τους κατά τη διάρκεια του ταξιδιού αλλά και αφού επέστρεψαν στη Γη. Πράγματι οι μύγες που εκτέθηκαν σε συνθήκες μικροβαρύτητας είχαν αλλοιώσεις στο νευρικό τους σύστημα και μεταβολές σε γονιδιακό και κυτταρικό επίπεδο. Αυτές οι αλλαγές δεν υπήρχαν στις μύγες που έζησαν σε συνθήκες τεχνητής βαρύτητας.

Ο περιορισμός των αρνητικών επιδράσεων της μικροβαρύτητας στην υγεία των αστροναυτών αναμένεται να δώσει μεγάλη ώθηση στις διαστημικές αποστολές. Έχοντας πάντα ως στόχο μεγαλύτερα σε διάρκεια και πιο μακρινά διαστημικά ταξίδια, μελλοντικές έρευνες θα εμπλουτίσουν ακόμα περισσότερο τη γνώση σχετικά με την επιβίωση στο διάστημα έτσι ώστε η εξερεύνησή του να είναι συμβατή με τη μέγιστη ασφάλεια των ανθρώπων κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στα διαστημικά αεροσκάφη ή στους σταθμούς και μετά την επιστροφή τους στη Γη.

M.T.

Πηγές

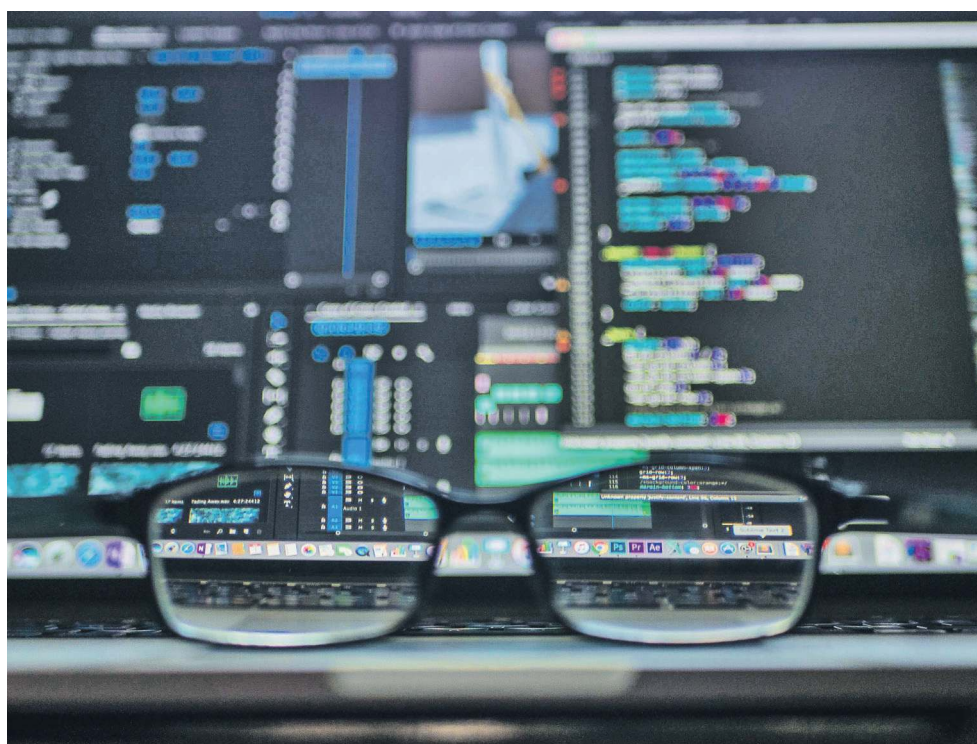
Mhatre D Siddhita *et al.* *Cell Reports* 40, 111279, September 6, 2022
<https://www.nasa.gov/>

Αμφιβάλλετε για τα αποτελέσματα μιας μελέτης; Ρωτήστε την DARPA!

Ακόμα και όταν κάποιος έχει να μετρήσει με μια μεζούρα το μήκος ενός επίπλου, δεν επαφίεται σε μόνο μία μέτρηση. Θα μετρήσει δύο, ίσως τρεις φορές, για να σιγουρευτεί ότι το αποτέλεσμα που θα πάρει είναι αξιόπιστο. Κατ' αναλογία, όσοι εμπλέκονται στην επιστημονική έρευνα διδάσκονται να μην εμπιστεύονται τα αποτελέσματα μίας και μόνο δημοσιευμένης μελέτης ως την απόλυτη αλήθεια. Μάλιστα, με βάση την περιρρέουσα ατμόσφαιρα της «κρίσης της επαναληψιμότητας», για την οποία γράψαμε παλιότερα (ΠΡΙΣΜΑ, τεύχος 101), μία και μόνο δημοσίευση μάλλον θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με σκεπτικισμό. Η επιστημονική πρακτική λέει ότι θα πρέπει να συμβουλευόμαστε πολλές παρόμοιες μελέτες, που ασχολούνται με το ίδιο ή με κάποιο παρόμοιο ερώτημα.

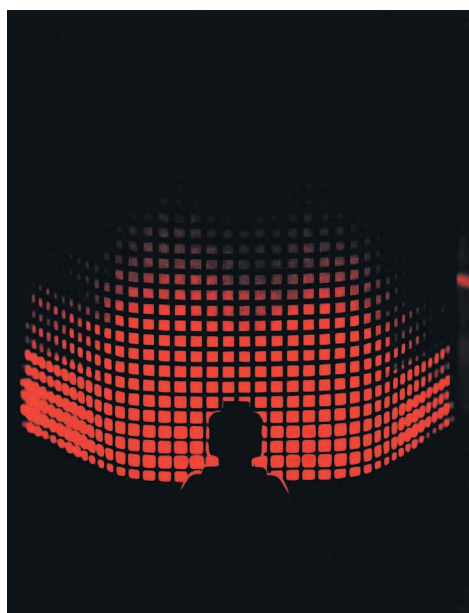
Για να γίνει η κατάσταση ακόμα πιο πολύπλοκη, ακόμα και έτσι δεν μπορούμε να είμαστε απολύτως σίγουροι. Ο λόγος είναι, αν θέλουμε να τον παρουσιάσουμε πολύ απλά, ότι από τη στιγμή που ελάχιστες μελέτες έχουν δημοσιευτεί δίνοντας μία συγκεκριμένη απάντηση σε κάποιο ερευνητικό ερώτημα, τότε όλες οι υπόλοιπες που θα εμφανιστούν στο ίδιο ή σε κάποιο πολύ παρόμοιο ερώτημα έχουν την τάση να επιβεβαιώνουν αυτές τις αρχικές ελάχιστες μελέτες. Όσες τις αντικρούουν έχει αποδειχθεί ότι δυσκολότερα καταφέρνουν να μπουν στις σελίδες ενός επιστημονικού περιοδικού. Έτσι, ακόμα και αν συνδυάσει κανείς δεκάδες μελέτες δεν εξυπακούεται ότι θα εξασφαλίσει ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα.

Αν ήταν δυνατόν να βρεθεί ένας τρόπος πρόβλεψης της αξιοπιστίας μιας επιστημονικής μελέτης, τότε σίγουρα θα είχε γίνει ένα σημαντικό βήμα προς την αύξηση της αξιοπιστίας των δημοσιευμένων αποτελεσμάτων. Αν μάλιστα αυτός ο τρόπος ήταν πιο σύντομος από την κοπιώδη αναζήτηση δεκάδων ή εκατοντάδων παρόμοιων μελετών, αυτό θα ήταν ιδανικό. Επίσης, αν αυτή η πρόβλεψη γινόταν όχι από ερευνητές αλλά από κάποιο λογισμικό που θα έτρεχε σε έναν υπολογιστή, τότε θα μιλούσαμε για μία αληθινή επανάσταση! Αυτήν ακριβώς την «επανάσταση» προσπαθεί να κάνει ένας οργανισμός. Δεν είναι πανεπιστήμιο ούτε ερευνητικό κέντρο. Δεν είναι κάποιο εμπνευσμένο ανθρώπινο δίκτυο ούτε κάποια μεγάλη ερευνητική κοινοπρα-



ξία. Είναι η Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων Άμυνας των ΗΠΑ, πιο γνωστή με το ακρωνύμιο της: DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).

Η DARPA, σε συνεργασία με το Κέντρο Ανοικτής Επιστήμης (Center for Open Science), εφαρμόζουν το ερευνητικό πρόγραμμα που ονομάζεται «Συστηματοποιώ-



ντας την Εμπιστοσύνη στην Ανοικτή Έρευνα και Τεκμηρίωση (Systematizing Confidence in Open Research and Evidence). Το πρόγραμμα αυτό έχει ως σκοπό να δημιουργήσει έναν αυτοματοποιημένο τρόπο με τον οποίο θα μπορεί να αποτιμηθεί η αξιοπιστία της έρευνας συγκεκριμένα στις Κοινωνικές Επιστήμες. Γεννιέται, βεβαίως, η απορία για τα ελατήρια που οδήγησαν έναν τέτοιο οργανισμό σε μία τέτοιου είδους έρευνα. Η απάντηση είναι ότι η DARPA θέλει να μπορεί να ξεδιαλέξει «την ήρα από το σιτάρι», δηλαδή τις αξιόπιστες από τις αναξιόπιστες επιστημονικές μελέτες, για να μπορεί να προβλέπει με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια τη συμπεριφορά των στρατιωτών στις ακραίες σωματικές και ψυχολογικές καταπονήσεις στις οποίες υποβάλλονται κατά τη διάρκεια πολεμικών επιχειρήσεων.

Ένα λογισμικό που θα μπορεί να βαθμολογεί της αξιοπιστία μιας έρευνας στο πεδίο των Κοινωνικών Επιστημών, θα μπορούσε να αποτελέσει μια αρχή για ανάλογα προγράμματα και για τα υπόλοιπα επιστημονικά πεδία. Θα μπορούσε, επίσης, να βοηθήσει στην επιλογή του πια ερευνητική πρόταση θα χρηματοδοτηθεί ή πια μελέτη θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τη λήψη πολιτικών αποφάσεων.

Το λογισμικό αυτό θα λειτουργεί με τις αρχές της Μηχανικής Μάθησης, έναν τύπο Τεχνητής Νοημοσύνης. Με πολύ απλά λόγια, το λογισμικό αυτό αρχικά θα «εκτεθεί» σε μελέτες οι οποίες έχουν αποδειχθεί ότι είναι αναξιόπιστες για να «μάθει» να αναγνωρίζει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους. Μάλιστα, υπάρχει και το ενδεχόμενο αυτό το λογισμικό να ερμηνεύει την αιτία που καθιστά επιστημονικές μελέτες αναξιόπιστες – με άλλα λόγια να μπορεί να δώσει απάντηση στο θεμελιώδες ερώτημα: *Τι πήγε στραβά σε αυτή την μελέτη και πως θα μπορούσε να διορθωθεί;* Για να εφαρμοστεί η Μηχανική Μάθηση με τρόπο αποτελεσματικό το Κέντρο Ανοικτής Επιστήμης δημιούργησε μία τεράστια βάση δεδομένων με δημοσιευμένες μελέτες από τις Κοινωνικές Επιστήμες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, όπως έχει αποδειχθεί, περίπου οι μισές μελέτες στις Κοινωνικές Επιστήμες έχουν αποδειχθεί απολύτως αξιόπιστες. Συνεπώς αναμένεται ότι αυτή η βάση δεδομένων θα έχει ένα σημαντικό αριθμό μελετών από όλα τα «επίπεδα» αξιοπιστίας.

Αυτό που αναμένουν οι ερευνητές που εργάζονται σε αυτό το πρόγραμμα είναι ότι οι μηχανές θα μπορούσαν να αναγνωρίσουν μοτίβα που δηλώνουν αναξιοπιστία, τα οποία δεν είναι αντιληπτά στον άνθρωπο. Αυτό που προβληματίζει όμως είναι ότι ακόμα και όταν εφαρμόζεται Τεχνητή Νοημοσύνη, σε άλλου είδους εφαρμογές, υπάρχει η πιθανότητα οι μηχανές απλώς να ακολουθούν – και συνεπώς να διαιωνίζουν – υπάρχουσες προκαταλήψεις. Ένα τέτοιο αυτοματοποιημένο σύστημα, εάν και εφόσον εφαρμοστεί στην πράξη, θα πρέπει να έχει το μέγιστο επίπεδο διαφάνειας, με την έννοια ότι δεν θα κάνει μόνο προβλέψεις αξιοπιστίας, αλλά και θα εξηγήει στους ερευνητές τον τρόπο με τον οποίο οδηγήθηκαν σε μία μελέτη με μη αξιόπιστα αποτελέσματα. Όσοι, δικαιολογημένα ή αδικαιολόγητα, έχουν μία εγγενή καχυποψία σε τέτοιου είδους αυτοματοποιημένες εφαρμογές, καλό θα είναι να αναμείνουν το τελικό «προϊόν». Ας μην ξεχνάμε, άλλωστε, ότι τέτοιες εφαρμογές είναι μάλλον απίθανο να λειτουργήσουν χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση.

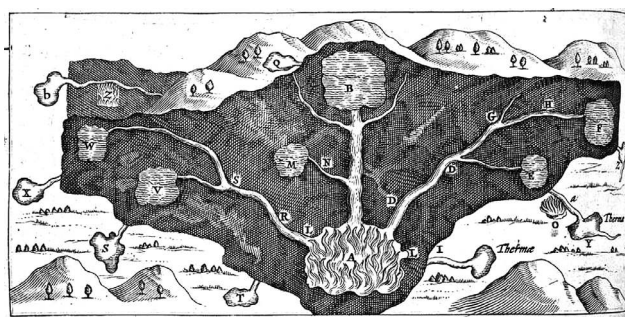
Μπαίνοντας σε ένα Τούνελ ενώ αυτό σκάβεται: Για την πρακτική της ιστορίας

Αν όσα γράφουμε ξεκινάνε από κάπου, ας είναι από τη βροχή. Κι αυτό δεν συμβαίνει γιατί την νοσταλγούμε υπό τους 42 βαθμούς Κελσίου, ούτε γιατί με τον τρόπο αυτό θέλουμε να ομολογήσουμε τις αναφορές μας σε μυημένους/ες αναγνώστες/τριες. Αυτό συμβαίνει καθώς το δέσιμο που θα επιχειρήσουμε να παρουσιάσουμε σε αυτή τη στήλη, αποτελεί το τυχαίο προϊόν παρεκκλινουσών σταγόνων από δύο διαφορετικές ροές: θα παρουσιάσουμε τις συναντήσεις, τις διασταυρώσεις, τις αμοιβαιότητες ή αλλιώς τους διαφορετικούς δεσμούς της *Λογοτεχνικής* και της *Επιστημονικής* παραγωγής. Η διαδρομή που θα ακολουθήσουμε, παραμερίζοντας για λόγους οικονομίας την απεραντοσύνη τους, ξεκινάει από τη λογοτεχνία και καταλήγει στις επιστήμες. Δεν θα βάλουμε τίποτα σε τάξη: η διαδρομή μας θα δείχνει μόνο το δέσιμο δυο σταγόνων που παρεκκλίνουν.

Αρκετά όμως με την εισαγωγή. Ας ξεκινήσουμε με την *Ιστορία* – τη γνωρίζουμε καλύτερα. Είναι η *Ιστορία Επιστήμη*; Η ερώτηση είναι εύλογη κι από αυτή την πύλη θα εισαχθούμε στο κυρίως μέρος του εγχειρήματος. Τον 18^ο και 19^ο αιώνα αναδύεται ένα είδος επαγγελματικής, ακαδημαϊκής ιστορίας με αξιώσεις Αλήθειας. Στους αντίποδες αυτής της Ιστορίας, ο Λουί Αλτουσέρ μάς εισάγει σε μια ριζικά διαφορετική *θεωρητική πρακτική*, την πρακτική του *ιστορείν*. Μια πρακτική που δεν συνοδεύει και δεν νομιμοποιεί το αναδυόμενο ή το εδραιωμένο έθνος-κράτος, αντίθετα: αντιστέκεται. Η Ιστορία ως επιστημονική πρακτική αντιστέκεται στην Ιστορία ως επιστήμη.

Ο Αλτουσέρ, στο *Ο Λένιν και η φιλοσοφία* (2011), παρατηρεί πως μετά το περίφημο κλείσιμο των *Θέσεων για τον Φόουερμαχ* (2004), την 11^η θέση, ο Κ. Μαρξ βυθίζεται σε μια φιλοσοφική σιωπή. Η διακήρυξη σχετικά με την αναγκαιότητα επινόησης μιας θεωρίας στραμμένης προς τον μετασχηματισμό και όχι στην εξήγηση του κόσμου, ακολουθείται από ένα ριζικό μετασχηματισμό της ερευνητικής πρακτικής του. Ο Μαρξ στρέφεται στις επιστήμες. Ο πρώτος τόμος του *Κεφαλαίου* αποτελεί το περιβόητο προϊόν αυτής της στροφής. Εκεί εμφανίζεται κάτι ριζικά νέο: Μια θεωρητική πρακτική, που διανοίγει μια νέα χαοτική ήπειρο: την ήπειρο της Ιστορίας (Althusser 2011, 180). Η θεωρητική πρακτική αποτελεί ένα νέο είδος εργασίας (work): «που δεν είναι απλά μια εργασία απλών εξαγωγών και αφαιρέσεων με την χρήση των όρων να παραπέμπουν στον εμπειρισμό, αλλά μια εργασία συσχετισμού, μετασχηματισμού και παραγωγής, που απαιτεί πραγματικά πολλή προσπάθεια» (2011, 59). Σε αυτή τη νέα ήπειρο ο ιστορικός δεν κατοικεί· μοχθεί, εργάζεται επίπονα. Γνωρίζει πως η πρακτική του είναι πεπερασμένη, προσπλωμένη στο ενικό της αντικείμενο: την Ιστορία ως παραγωγή.

Ο Ταμπόρ τραβά και χτυπά ελαφρά τον αέρα –πρόκειται για ευγενικές κινήσεις– καθώς μελετά τους σχηματισμούς του υλικού του, καθώς αναρωτιέται, συλλογίζεται, βηματίζει, υπολογίζει και αναλύει. Ξαφνικά –σβέλτα– τον κλοτσά, μια, δυο φορές, με δυνατές ορμητικές κλοτσιές που τον αναγκάζουν να ξεφύσει και μετά πέφτει πάνω στο σημείο εξοργισμένος, γρονθοκοπώντας, σκάβοντας και σκίζοντας, τραβώντας κομμάτια και πετώντας τα προς τα πίσω [...]. Μετά από λίγο βγαίνει από εκείνη την κατάσταση μανίας, χαμογελά, κουνά το κεφάλι επιδοκμαστικά για τη νίκη του και λέει πολύ νηφάλια με επιτηδευμένα αδιάφορο ύφος: έτσι πρέπει



να δουλεύετε αν θέλετε να δώσετε μορφή στην Ιστορία. (Γκας, 2021, 342).

Για να δώσει μορφή στην Ιστορία, ο τρελός-Μεγκ, ο Μάγκους Ταμπόρ ένας από τους ήρωες που υφαίνει ο Ουίλιαμ Γκας στο *Τούνελ*, καταδύεται ουρλιάζοντας στους σχηματισμούς του υλικού του, αφήνεται στους κυματισμούς του και στο τέλος, αποστασιοποιείται νηφάλιος. Ποιο είναι το υλικό του; Το υλικό του είναι ό,τι πέφτει, ό,τι σχετίζεται τυχαία:

Ο κόσμος... Ο κόσμος... είναι ο Γουίλιαμ που αρνείται να πληρώσει για ένα στοίχημα που έχασε. Είναι η Ολίβ που ράβει το στομάχι μιας χήνας. Είναι ο Ρένολαντς που βιάζει τη Ρόουζι στη σκάλα του σπιτιού της αδελφότητας. Είναι ένα χτύπημα κάτω από τη ζώνη, ένα πληκτικό απόγευμα, ένα επιφώνημα αηδίας (Γκας, 2021, 15).

Ο κόσμος είναι όλα όσα συμβαίνουν, όλα όσα πέφτουν, ό,τι είναι η κάθε περίπτωση. «Die Welt ist Alles, was der Fall ist».

Αρχικά τα γεγονότα είναι εκεί για να δημιουργηθούν, αλλά αν πατήσουν το χιόνι μερικοί ιστορικοί με ασταθές βήμα, μόνο μια νέα χιονόπτωση μπορεί να αποκαταστήσει τα πράγματα. Ακόμη και τότε, οι παλιές πατημασιές θα παραμείνουν παγωμένες κάτω από νέα πέπλα, πληγές παγωμένες κάτω από τα νέα πέπλα, πληγές κάτω από το μαύρισμα, γρατζουνιές καλυμμένες από γυαλιστικό (Γκας, 2021, 349)

Τα συμβάντα –όλα όσα πέφτουν– είναι εκεί, η θεωρητική πρακτική της Ιστορίας πρέπει να σταθεί απέναντί τους, να βρει τα συσσωματώματα μέσα στα οποία κρύβονται τα τραύματα, τα βήματα, οι αποφάσεις και οι επιθυμίες ενός παρελθόντος που επιμένει εδώ μπροστά μας. Ο Γουίλιαμ Γκας έσκαβε για πολλές δεκαετίες το μεγαλοπρεπές του Τούνελ. Εκεί, ο ήρωας του συνειδητοποίησε πως δεν μπορεί να ολοκληρώσει το ιστορικό του έργο αν δεν σκάψει πρώτα σε βάθος κάτω από την ίδια τη ζωή του. Αν δεν ανοίξει ένα Τούνελ στα θεμέλια των συνθηκών που τον γεννούν. Και μιας έδειξε ποιες είναι οι εργασιακές συνθήκες στην ήπειρο της Ιστορίας.

Χρήστος Κρυστάλλης

Υποψήφιος διδάκτορας τμήματος Κοινωνιολογίας ΕΚΠΑ

Αναφορές

Althusser, L. (2011), *Philosophy and the spontaneous philosophy of scientists*, Λονδίνο: Verso.

Γκας, Γ. (2021), *Το Τούνελ*, Αθήνα: Καστανιώτης.

Μαρξ, Κ., Ένγκελς Φ., *Θέσεις για τον Φόουερμαχ*, Αθήνα:

Το Τούνελ

Ο Φρέντερικ Κόλερ είναι καθηγητής Ιστορίας, σε ένα Πανεπιστήμιο κάπου στις Μεσοδυτικές πολιτείες των ΗΠΑ. Παράλληλα με τη διδασκαλία ολοκληρώνει το magnum opus του, μια μελέτη με τίτλο: «Ενοχή και αθωότητα στο τρίτο Ράικ». Αυτό που του μένει είναι η εισαγωγή. Μετά από τόσες σελίδες η εισαγωγή θα έπρεπε να είναι ένα εύκολο έργο. Και όμως ο Κόλερ κολλάει. Η απόπειρα να συντάξει την εισαγωγή του έργου του μετατρέπεται σε μια μακρά διαδικασία αναστοχασμού πάνω στα θεμέλια της ζωής του. Παράλληλα με τη συγγραφή ο Κόλερ ξεκινάει να ανοίγει μεθοδικά ένα τούνελ στο υπόγειο του σπιτιού του. Ο Κόλερ γράφει κι ο Κόλερ σκάβει. Το τούνελ ανοίγεται σαν μια σελίδα και οι σελίδες είναι λερωμένες με χώμα. Ο Ουίλιαμ Γκας πέρασε τριάντα χρόνια γράφοντας το «Τούνελ» και άνοιξε τις πύλες του το 1995. Με το επίπονο έργο του, κατάφερε να δείξει πως η πρακτική του ιστορείν είναι μια γραμμή διαφυγής από την Ιστορία μας ως πεπρωμένο.

