Θεμελιώδης και Εφαρμοσμένη Έρευνα

1. Έρευνα: Ορισμός και ιστορικά στοιχεία

Η έρευνα αποτελεί ένα από τα κυριότερα εργαλεία ανάπτυξης και προόδου μιας κοινωνίας. Αποτελεί το σύνολο των πειραματικών και θεωρητικών ενεργειών που τείνουν να διερευνήσουν τους νόμους που ρυθμίζουν τα φυσικά και κοινωνικά φαινόμενα.

Στην κλασσική αρχαιότητα δεν ήταν άγνωστα τα κέντρα επιστημονικής έρευνας και σε αυτά συγκαταλέγονταν η Πυθαγόρεια Σχολή, η Πλατωνική Ακαδημία, το Αριστοτελικό Λύκειο και το Μουσείο της Αλεξάνδρειας, το οποίο πλησιάζει περισσότερο στη σύγχρονη αντίληψη για την επιστημονική έρευνα. Πάντως τα κέντρα αυτά διέφεραν σημαντικά από τα σύγχρονα ερευνητικά κέντρα, ειδικότερα σε ό,τι αφορά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονταν τους σκοπούς και τις μεθόδους της επιστήμης. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, η κληρονομιά των επιστημονικών γνώσεων συντηρήθηκε και μεταδόθηκε από τις μονές, και αργότερα από τα πανεπιστήμια, που επεξεργάστηκαν επίσης την επιστημονική προσφορά του ισλαμικού κόσμου. Ενώ τα κέντρα της επίσημης παιδείας μετέδιδαν την επιστήμη με τη μορφή βιβλίου ή διδασκαλίας, νέα εμπειρικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν κατά την άσκηση της χειροτεχνικής δραστηριότητας. Κατά την Αναγέννηση, άνθρωποι όπως ο Λεόν Μπατίστα Αλμπέρτι, ο Άλμπερτ Ντίρερ και, κυρίως, ο Λεονάρντο ντα Βίντσι αισθάνθηκαν ζωηρά την ανάγκη να ενοποιήσουν τις θεωρητικές και εμπειρικές γνώσεις. Από τη στάση αυτή γεννήθηκε η σύγχρονη επιστήμη με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, η οποία βρίσκει στον Γαλιλαίο την πρώτη ολοκληρωμένη έκφρασή της. Αυτή η σύγχρονη έρευνα προσέφερε αργότερα ζωή σε πλήθος ιδρυμάτων και οργανισμών, που είχαν σκοπό τους να συντονίσουν την επιστημονική έρευνα και να γνωστοποιήσουν στο ευρύ κοινό τα αποτέλεσμα της.

Τον 17^{ο} αιώνα, οι επιστημονικές ακαδημίες συγκέντρωσαν την κληρονομιά από τις ιδιωτικές εταιρείες των σοφών, που είχαν συσταθεί παλαιότερα και υπήρξαν για μακρό χρονικό διάστημα, παρά τις διαδοχικές αλλαγές, κέντρα συντονισμού και περισυλλογής των αποτελεσμάτων που προέρχονταν από την επιστημονική έρευνα. Η δημοσίευση των επιστημονικών απολογιστικών εκθέσεων και οι κατά καιρούς συναντήσεις συνετέλεσαν ιδιαίτερα στο να γίνουν γνωστά τα πρόσφατα δεδομένα σε όλους τους μελετητές, επιτρέποντας έτσι μια διάδοση γνώσεων ασύγκριτα μεγαλύτερη από αυτήν που ήταν δυνατή κατά τις προηγούμενες εποχές με την ανταλλαγή επιστολών. Σε μερικές περιπτώσεις, ιδιαίτερο ρόλο έπαιξαν οι γραμματείς-επιμελητές των επιστημονικών εταιρειών (π.χ. ο Ρομπερτ Χουκ) οι οποίοι υπήρξαν οι πρώτοι επαγγελματίες ερευνητές με τη σημερινή σημασία του όρου. Ανάλογη υπήρξε, μέχρι ένα σημείο, η θέση των αστρονόμων, οι οποίοι ήταν επιφορτισμένοι να φέρουν εις πέρας συγκεκριμένες έρευνες χωρίς την υποχρέωση διδασκαλίας, π.χ. η κατασκευή του αστεροσκοπείου του Γκρίνουιτς για την πραγματοποίηση αστρονομικών ερευνών. Ωστόσο, αυτές οι περιπτώσεις ήταν εξαιρετικά σπάνιες, καθώς η τάση που κυριαρχούσε μέχρι τις τελευταίες δεκαετίες ήταν ο συνδυασμός της ερευνητικής δραστηριότητας με τη διδασκαλία. Στην επιστημονική έρευνα αφοσιώθηκαν οι πανεπιστημιακοί καθηγητές με τους βοηθούς τους καθώς και μερικοί πλούσιοι ιδιώτες απαλλαγμένοι από οικονομικές φροντίδες. Την ίδια εποχή μερικοί μελετητές άρχισαν να ενδιαφέρονται για περιοχές που μέχρι τότε ήταν ξένες στον κόσμο της επιστήμης, όπως η πολιτική οικονομία.

Από το τέλος του 19ου, τα διεθνή συνέδρια των διαφόρων επιστημονικών κλάδων και η διάδοση των εξειδικευμένων επιστημονικών περιοδικών συνετέλεσαν στη δημιουργία επαφής και ανταλλαγής πληροφοριών και αποδείχτηκαν ιδιαίτερα σημαντικά για την εξέλιξη της έρευνας. Σταδιακά, και ειδικότερα από το τέλος του 18ου αιώνα, η πολυπλοκότητα των ερευνών, οι οποίες όλο και συχνότερα απαιτούσαν τη συνδυασμένη δραστηριότητα περισσότερων ατόμων και το κόστος των εργαστηριακών εξοπλισμών, που ξεπέρασε τις ιδιωτικές δυνατότητες, κατέστησε την επιστημονική έρευνα ομαδική δραστηριότητα, επιχορηγούμενη από τον δημόσιο προϋπολογισμό και από τα αρμόδια ινστιτούτα καθώς και από διεθνή ινστιτούτα. Έτσι, η μορφή του απομονωμένου σοφού εξαφανίστηκε, ενώ αναδύθηκε με τρόπο όλο και πιο καθαρό η μορφή του επιστήμονα-ερευνητή. Η ομαδική εργασία έτεινε σταδιακά να αντικαταστήσει την ατομική προσπάθεια. Η κατάσταση αυτή αποτέλεσε αναμφισβήτητα πρόοδο σε σύγκριση με τα δεδομένα του παρελθόντος και αποκάλυψε, ακριβώς γι' αυτό, μια βαθμιαία, έστω και ανεπαρκή σε πολλές περιπτώσεις, συνειδητοποίηση από το επίσημο κράτος της σπουδαιότητας της επιστημονικής έρευνας. Ωστόσο, έθεσε σοβαρά και πολύπλοκα προβλήματα που γέννησαν μεγάλες ανησυχίες στους μελετητές. Η υπερβολική εξειδίκευση, αποτέλεσμα της ομαδικής εργασίας όπου καθένας επιφορτίζεται με ένα αυστηρό καθορισμένο έργο, δεν συνετέλεσε στην εδραίωση πολύπλευρων επιστημονικών προσωπικοτήτων. Από την άλλη, τα οργανωτικά προβλήματα κατέληξαν να απορροφούν ένα μέρος – ενίοτε σημαντικό – της δραστηριότητας εκείνου που διηύθυνε και καθοδηγούσε την εργασία των ομάδων, εκτρέποντας τον έτσι από την προσωπική ερευνητική δραστηριότητα. Τα προβλήματα αυτά και άλλα συναφή έλαβαν ιδιαίτερη σημασία στις χώρες εκείνες όπου η επιστημονική έρευνα είναι περισσότερο αναπτυγμένη και αποκαλύπτουν την τάση για τη συγκρότηση όλο και μεγαλύτερων ενοτήτων έρευνας εκεί όπου παρατηρούνται περιορισμοί και κίνδυνοι. Από την ορθή λύση των οργανωτικών προβλημάτων εξαρτάται, σε σημαντικό βαθμό, η εξέλιξη που θα έχει στο προσεχές μέλλον η συντονισμένη διεθνής επιστημονική έρευνα.

Από τα τέλη του 19ου αιώνα, η μορφή του απομονωμένου «σοφού» επιστήμονα εξαφανίζεται και παραχωρεί τη θέση του στην ομαδική έρευνα, πρωτεργάτης της οποίας υπήρξε ο Λουί Παστέρ

2. Θεμελιώδης & Εφαρμοσμένη Έρευνα: Ορισμός, τομείς εφαρμογής & ωφέλειες

Ανάλογα με τους βασικούς σκοπούς που θέτει η έρευνα από πριν, διακρίνεται συνήθως σε θεμελιώδη ή βασική και εφαρμοσμένη έρευνα. Η θεμελιώδης έρευνα θέτει σκοπό της να μελετήσει σε πλάτος και βάθος τα φαινόμενα, προσδιορίζοντας τους νόμους που τα διέπουν και δίνοντας μια θεωρητική ερμηνεία, ανεξάρτητα από τις δυνατότητες άμεσης χρησιμοποίησης των γνώσεων που αποκτήθηκαν. Η εφαρμοσμένη έρευνα έχει στόχο της να επισημάνει τις δυνατότητες αξιοποίησης των επιστημονικών γνώσεων για πρακτικούς λόγους. Θεμελιώδης έρευνα εφαρμόζεται κυρίως από πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα ενώ εφαρμοσμένη από επιχειρήσεις ή βιομηχανίες.

Θεμελιώδης έρευνα λοιπόν είναι μια πειραματική ή θεωρητική εργασία που αναλαμβάνεται κυρίως για την παραγωγή νέων γνώσεων σχετικά με τα βασικά αίτια φαινομένων και παρατηρήσιμων γεγονότων, χωρίς να προβλέπεται άμεση πρακτική εφαρμογή ή χρήση η οποία μπορεί να προσφέρει εμπορικό όφελος. Οι ωφέλειες που προκύπτουν από την παραγωγή αυτή των νέων γνώσεων είναι πολλές. Η θεμελιώδης έρευνα μπορούμε να πούμε ότι προκύπτει από την ανάγκη του ανθρώπου να ικανοποιήσει την περιέργεια του. Η βασικής έρευνα προάγει την θεμελιώδη γνώση σχετικά με το πώς αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γύρω μας. Εστιάζει στην απόρριψη ή υποστήριξη θεωριών που εξηγούν πως λειτουργεί ο κόσμος μας, τι προκαλεί διάφορα γεγονότα να συμβούν, γιατί οι κοινωνικές σχέσεις έχουν κάποιους συγκεκριμένους τρόπους να λειτουργούν, και γιατί η κοινωνία μας αλλάζει. Η θεμελιώδης έρευνα είναι η πηγή των περισσοτέρων νέων επιστημονικών ιδεών και των τρόπων που σκεφτόμαστε για τον κόσμο. Μπορεί να είναι διερευνητική, περιγραφική, επεξηγηματική, με την τελευταία να είναι και η πιο κοινή.

Η θεμελιώδης έρευνα δημιουργεί νέες ιδέες, αρχές και θεωρίες οι οποίες μπορεί και να μην αξιοποιηθούν αμέσως παρόλο που είναι τα θεμέλια για την σύγχρονη πρόοδο και εξέλιξη σε διάφορους τομείς. Οι σημερινοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές δεν θα μπορούσαν να υπάρχουν χωρίς τη θεμελιώδη έρευνα στα μαθηματικά που διενεργήθηκε πάνω από έναν αιώνα πριν, όταν τα αποτελέσματα τότε δεν φαινόταν να έχουν καμία εφαρμογή. Η θεμελιώδης έρευνα βοηθάει τους επαγγελματίες απευθείας με τις καθημερινές τους ανησυχίες. Ωστόσο, δεν παύει να διεγείρει νέους τρόπους σκέψης σχετικά με την παρέκκλιση που έχουν την προοπτική να προκαλέσουν επανάσταση και να βελτιώσουν σημαντικά τον τρόπο που οι επαγγελματίες αντιμετωπίζουν ένα πρόβλημα.

Μια νέα ιδέα ή μια στοιχειώδης γνώση δεν δημιουργείται μόνο από την θεμελιώδη έρευνα αλλά η θεμελιώδης έρευνα μπορεί να δημιουργήσει τα θεμέλια για μια νέα γνώση. Σε κάθε περίπτωση, η θεμελιώδης γνώση είναι απαραίτητη τροφή για την επέκταση της γνώσης. Οι ερευνητές που βρίσκονται στο επίκεντρο της επιστημονικής κοινότητας πραγματοποιούν το μεγαλύτερο μέρος της θεμελιώδους έρευνας.

Ωστόσο, μακροπρόθεσμα η θεμελιώδης έρευνα έχει αποτελέσει τη βάση για πολλά εμπορικά προϊόντα καθώς και για την εφαρμοσμένη έρευνα.

Η εφαρμοσμένη έρευνα έχει σαν προορισμό την επίλυση πρακτικών προβλημάτων του σύγχρονου κόσμου και όχι την παραγωγή επιστημονικής γνώσης αυτής καθαυτής. Βασίζεται δε για την ανάπτυξή της στη γνώση που έχει αποκτηθεί από την θεμελιώδη έρευνα. Δίνοντας ένα παράδειγμα προκειμένου αυτό να γίνει κατανοητό, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ακτίνες Χ αποτελούν αποτέλεσμα

μελέτης της θεμελιώδους έρευνας ενώ η εκμετάλλευση αυτής της ανακάλυψης καθώς και η εφαρμογή της στον αξονικό τομογράφο είναι αποτέλεσμα της εφαρμοσμένης έρευνας.

Η εφαρμοσμένη έρευνα είναι μια μορφή συστηματικής διερεύνησης που συμπεριλαμβάνει την πρακτική εφαρμογή της επιστήμης. Εκμεταλλεύεται μέρος της έρευνας της επιστημονικής κοινότητας, τις σωρευμένες θεωρίες, τη γνώση, τις μεθόδους και τις τεχνικές, για κάποιο συγκεκριμένο κράτος, επιχείρηση ή πελάτη. Η εφαρμοσμένη έρευνα συγκρίνεται με τη θεμελιώδη σε ότι αφορά τα ιδανικά, τα κίνητρα, τις μεθοδολογίες που ακολουθούνται καθώς και τα έργα-προϊόντα που παράγονται. Συχνά, η εφαρμοσμένη έρευνα κατηγορείται ότι εκμεταλλεύεται τη «αγνή» γνώση που παράγεται από την θεμελιώδη έρευνα για να κατασκευαστούν μη «αγνά» προϊόντα (π.χ. όπλα).

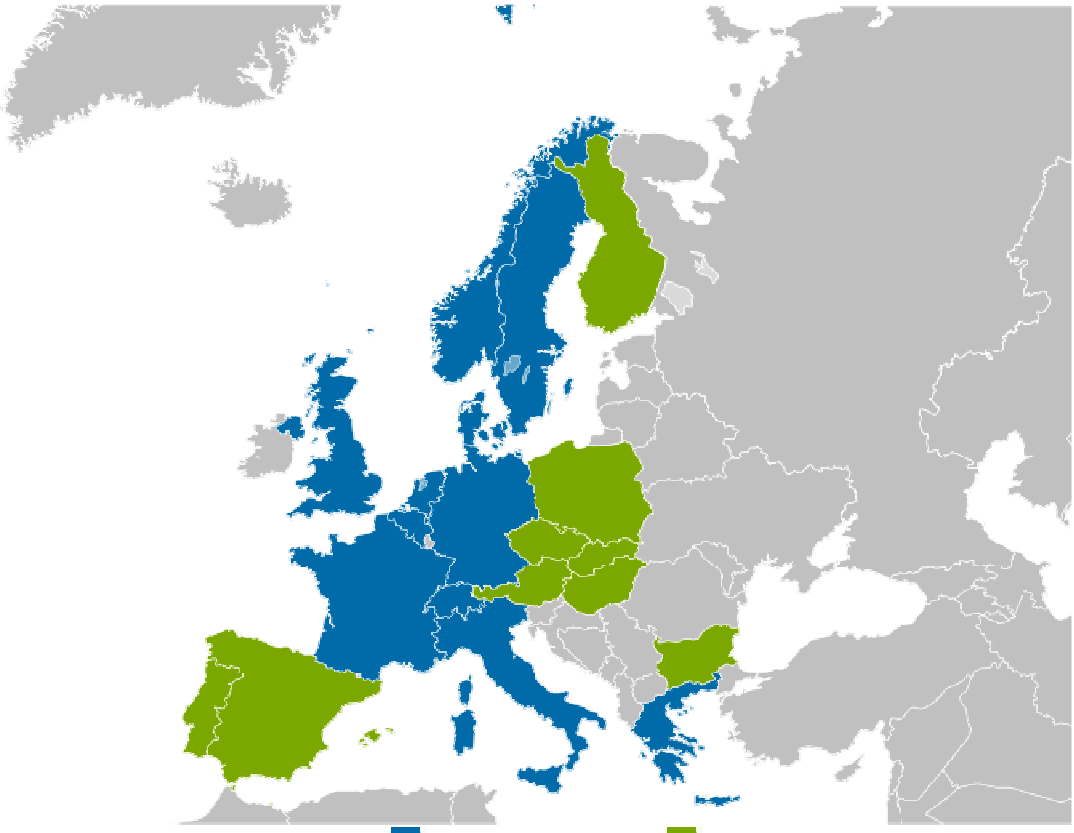
Η εφαρμοσμένη έρευνα έχει ως αντικείμενο την επίλυση πρακτικών προβλημάτων και γενικά προσφεύγει στις εμπειρικές μεθόδους. Επειδή η εφαρμοσμένη έρευνα απευθύνεται στον μπερδεμένο πραγματικό κόσμο, τα αυστηρά ερευνητικά πρωτόκολλα μπορεί να χρειαστεί να είναι λίγο πιο χαλαρά. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί ένα τυχαίο δείγμα. Επομένως, η διαφάνεια στη μεθοδολογία είναι σημαντική. Οι επιπτώσεις από την ερμηνεία αποτελεσμάτων που προήλθαν από την χαλάρωση ενός κατά βάση αυστηρού κανόνα μεθοδολογίας θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη.

3. Το CERN: Γενικά στοιχεία & ωφέλειες από τη λειτουργία του

Ένα από τα λαμπρά παραδείγματα ερευνητικού κέντρου των ημερών μας όπου συντελείται σπουδαίο έργο θεμελιώδους έρευνας και μάλιστα με διακρατική συνεργασία είναι το CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire "Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών") το οποίο είναι το μεγαλύτερο πειραματικό κέντρο ερευνών σωματιδιακής φυσικής στον κόσμο. Βρίσκεται δυτικά της Γενεύης, στα σύνορα Ελβετίας και Γαλλίας.

Η περιοχή που καλύπτει ο Μεγάλος Επιταχυντής Συγκρουόμενων Δεσμών Αδρονίων (Large Hadron Collider - LHC) στα Γαλλο-Ελβετικά σύνορα.

Το CERN - γεννήθηκε στη Γενεύη της Ελβετίας το 1954 από 12 ευρωπαϊκές χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα - ήταν ένας από τους πρώτους οργανισμούς προς την κατεύθυνση της διευρωπαϊκής ένωσης και συνεργασίας. Σήμερα, απαρτίζεται όχι μόνο από τα κράτη-μέλη της ΕΕ (βασικά μέλη), αλλά ταυτόχρονα συμμετέχουν ενεργά οι ΗΠΑ, Ινδία, Ισραήλ, Ρωσία, Ιαπωνία, Τουρκία και η UNESCO.



Χώρες μέλη του CERN (2008): *Ιδρυτικές χώρες μέλη* *Χώρες που έγιναν μέλη αργότερα*

Οι 12 ιδρυτικές χώρες μέλη του 1954 ήταν:

- Βέλγιο
- Γαλλία
- Γερμανία
- Δανία
- Ελβετία
- Ελλάδα
- Ηνωμένο Βασίλειο
- Ιταλία
- Νορβηγία
- Ολλανδία
- Σουηδία
- Γιουγκοσλαβία (αποσύρθηκε το 1961)

Από την ίδρυση του το 1954 το CERN δέχεται συνεχώς νέα μέλη:

- Αυστρία το 1959
- Ισπανία το 1961 (αποσύρθηκε το 1969, και έγινε πάλι μέλος το 1983)

- Πορτογαλία το 1985
- Φινλανδία το 1991
- Πολωνία το 1991
- Ουγγαρία το 1992
- Τσεχία το 1993
- Σλοβακία το 1993
- Βουλγαρία το 1999

Σήμερα οι 18 από τις 20 χώρες μέλη του CERN είναι ταυτόχρονα και μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Υποψήφιο προς ένταξη μέλος αυτή τη στιγμή είναι η Ρουμανίας.

Πρόκειται για ένα πανανθρώπινο εγχείρημα, που ως βασικό αντικείμενο ερευνών του ήταν και είναι τα στοιχειώδη σωματίδια, οι δομικοί λίθοι που απαρτίζουν την ύλη, όπως και οι δυνάμεις που τα διέπουν. Δηλαδή έργο του CERN είναι η καθαρή επιστήμη, η διερεύνηση των πλέον θεμελιωδών ερωτημάτων για τη Φύση: Τι είναι η ύλη; Από πού προέρχεται; Πως συγκρατείται για να σχηματίσει άστρα, πλανήτες και ανθρώπινα όντα;

Το CERN απασχολεί σήμερα περίπου 3.000 μόνιμους εργαζόμενους, ενώ περίπου 6.500 επιστήμονες και μηχανικοί (που αντιπροσωπεύουν 500 πανεπιστήμια και 80 διαφορετικές εθνικότητες), περίπου το μισό της κοινότητας της σωματιδιακής φυσικής στον κόσμο, δουλεύουν σε πειράματα που οργανώνονται από το CERN.

Αναφερόμενοι στην ιστορία του CERN θα μπορούσαμε να πούμε απαιτείται μόνο ένα μεγάλο βήμα στην φαντασία προκειμένου μια καταπράσινη κοιλάδα να μετατραπεί στο μεγαλύτερο παγκοσμίως εργαστήριο φυσικής στον κόσμο. Για να κατανοήσουμε αυτά τα βήματα ή και άλματα της φαντασίας θα πρέπει να δούμε αναλυτικά τα σημαντικότερα γεγονότα της ιστορίας του CERN καθώς και τις προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν:

- το 1957 τέθηκε σε λειτουργία ο πρώτος επιταχυντής σωματιδίων του CERN που ήταν ένα συγχρο-κύκλοτρο πρωτονίων, ισχύος 600 MeV. Από τις πρώτες του επιτυχίες ήταν η παρατήρηση της μετατροπής ενός πιονίου σε ένα ηλεκτρόνιο και ένα νετρίνο. Ακολούθησε το 1959 το σύγχροτρο πρωτονίων (PS) που λειτούργησε το 1959, με ισχύ 28 GeV.
- Το 1965 οι εγκαταστάσεις του CERN επεκτάθηκαν προκειμένου να δημιουργηθεί ο πρώτος παγκοσμίως συγκρουστής πρωτονίων (ISR).
- Το 1967 δόθηκε σε λειτουργία το ISOLDE, ένας διαχωριστής ισοτόπων που επέτρεπε τη μελέτη βραχύβιων πυρήνων.
- Το 1973 ήταν η χρονιά των πρώτων σημαντικών ανακαλύψεων. Πειράματα στο ISR δείχνουν ότι τα πρωτόνια μεγεθύνονται όταν αυξάνεται η ενέργειά τους. Ο θάλαμος φυσαλίδων υδρογόνου αποκαλύπτει ότι τα νετρίνα μπορούν να αλληλεπιδράσουν με άλλα σωματίδια αλλά να παραμείνουν νετρίνα. Αυτή η ανακάλυψη των «ουδέτερων ρευμάτων» δίνει τη μεγαλύτερη ώθηση σε μια νέα θεωρία, που επιχειρεί να ενοποιήσει το μοντέλο της ασθενούς πυρηνικής δύναμης με εκείνο της ηλεκτρομαγνητικής.

- Το 1976 τίθεται σε λειτουργία ένα δεύτερο εργαστήριο, με ένα σύγχροτρο πρωτονίων επτά χιλιομέτρων, το SPS. Ως τα τέλη του 1978 η ισχύς του SPS αναβαθμίζεται στα 500 GeV. Τη χρονιά εκείνη δοκιμάστηκε πειραματικά και η «τεχνική στοχαστικής ψύξης» που είχε διατυπώσει ο ερευνητής του CERN Simon van der Meer το 1968. Χάρη στην εξέλιξη αυτή αρχίζει ο σχεδιασμός της μετατροπής του SPS σε έναν συγκρουστή πρωτονίων και αντιπρωτονίων, χρησιμοποιώντας έναν δακτύλιο συσσώρευσης αντιπρωτονίων (AA).

Το λογότυπο του CERN

- Ως το 1978 η ισχύς του σύγχροτρου PS αναβαθμίζεται, φθάνοντας το χιλιαπλάσιο της αρχικής ισχύος. Με αυτό ως κεντρικό επιταχυντή, το CERN διαθέτει πλέον ένα μοναδικό σύστημα συνδεδεμένων επιταχυντών, που επιτρέπει απαράμιλλη ποικιλία πειραμάτων.
- Το 1981 η μετατροπή του SPS ολοκληρώνεται και τα πρώτα δύο πειράματα μελέτης συγκρούσεων μεταξύ ύλης και αντιύλης λαμβάνουν χώρα τον Ιούλιο του 1981. Κατά τη σημαντική αυτή χρονιά αποφασίζεται η κατασκευή ενός Μεγάλου συγκρουστή ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων (του LEP - Large Electron-Positron collider), με αρχική ενέργεια 50 GeV.
- Το 1983 γίνεται η ιστορική ανακάλυψη των μποζονίων W και Z, των φορέων δηλαδή της ασθενούς πυρηνικής δύναμης, οπότε επιβεβαιώνεται η «ηλεκτρασθενής» θεωρία που συνδυάζει την ασθενή και την ηλεκτρομαγνητική δύναμη σε ενιαίο πρότυπο.
- Τον Αύγουστο του 1989 αρχίζει να λειτουργεί ο LEP και ως τον Οκτώβριο μας δίνει μετρήσεις που καταδεικνύουν ότι τα θεμελιώδη δομικά στοιχεία της ύλης ανήκουν σε τρεις οικογένειες στοιχείων.
- Το 1990 είναι η χρονιά της εφεύρεσης του WWW από τον ερευνητή του CERN Tim Berners-Lee μαζί με τον Robert Cailliau. Ο παγκόσμιος ιστός ή World Wide Web επιτρέπει σε όλους μας την πλοήγηση στο Internet.
- Το 1991 οι αντιπρόσωποι των κρατών-μελών συμφωνούν ομόφωνα ότι η κατασκευή ενός Μεγάλου Επιταχυντή Συγκρουόμενων Δεσμών Αδρονίων (του Large Hadron Collider - LHC) μέσα στο τούνελ του LEP είναι η σωστή προοπτική για το μέλλον. Η τελική έγκριση κατασκευής δίνεται το 1994.
- Τον Σεπτέμβριο του 1995 μια διεθνής ομάδα ερευνητών υπό τον Walter Oelert κατορθώνει να συνθέσει άτομα αντιύλης από τα συστατικά της αντισωματίδια. Είναι η πρώτη πόρτα που ανοίγεται στην εξερεύνηση του αντικόσμου. Τη χρονιά αυτή η Ιαπωνία γίνεται μέλος-παρατηρητής του CERN και την ακολουθούν οι ΗΠΑ, το 1997.

- Το 2000 τα πειράματα του CERN δίνουν πειστικές ενδείξεις ότι υπάρχει μια νέα κατάσταση της ύλης, 20 φορές πυκνότερη εκείνης του πυρήνα, στην οποία τα κουάρκ αντί να συσπειρώνονται σε πρωτόνια ή νετρόνια κινούνται ελεύθερα. Αυτή η κατάσταση, το πλάσμα κουάρκ και γλουονίων, θα πρέπει να υπήρχε κάποια μικροδευτερόλεπτα μετά την κοσμογονική έκρηξη (το Μπιγκ Μπανγκ), προτού αρχίσουν να σχηματίζονται τα σωματίδια της ύλης.
- Το 2001 το CERN ανακοινώνει τα τελικά αποτελέσματα των ερευνών για την άμεση «Charge Parity (CP)-violation», το ιδιαίτερο εκείνο φαινόμενο παραβίασης που εξηγεί γιατί η φύση προτιμά την ύλη από την αντιύλη. Τέλος, το 2002 ανακοινώνεται ότι επιτεύχθηκε η πρώτη ελεγχόμενη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ατόμων αντιυδρογόνου, σε χαμηλές ενέργειες.

Η έρευνα που γίνεται στο CERN χαρακτηρίζεται ως Έρευνα Μεγάλων Στόχων (Big Science), αυτή, δηλαδή, για τη διεξαγωγή της οποίας απαιτείται η συμβολή πολλών κρατών. Το βασικό αντικείμενο της έρευνας του CERN είναι η θεμελιακή φυσική, η οποία μελετά τα συστατικά και τις λειτουργίες του σύμπαντος. Χρησιμοποιώντας τα μεγαλύτερα και πλέον πολύπλοκα επιστημονικά όργανα για τη μελέτη των βασικών συστατικών της ύλης, τα στοιχειώδη σωματίδια και τις συγκρούσεις μεταξύ τους, οι φυσικοί αποκαλύπτουν τους νόμους της φύσεως.

Τα επιστημονικά όργανα που χρησιμοποιούνται στο CERN είναι οι επιταχυντές σωματιδίων και οι ανιχνευτές. Οι επιταχυντές δίνουν στα σωματίδια πολύ μεγάλες ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός, και τα ωθούν να συγκρουστούν, είτε με σταθερούς στόχους, είτε μεταξύ τους. Στο CERN λειτουργούν επομένως πολλοί επιταχυντές, ένας εκ των οποίων είναι ο πελώριος Super Proton Synchroton (SPS), ο οποίος διαθέτει υπόγεια σήραγγα 7 χιλιομέτρων που επιτρέπει στα πρωτόνια να επιταχύνονται στα 400 GeV, δηλαδή σε πολύ υψηλές ενέργειες καθώς και ο παλαιότερος επιταχυντής, ο οποίος λειτουργεί ακόμη στο CERN, το συγχροτρόνιο πρωτονίων (PS), το οποίο μπήκε σε λειτουργία το 1959. Το υπέρ σύγχροτρον πρωτονίων (SPS), το οποίο τροφοδοτείται με δέσμες σωματιδίων από το PS, λειτούργησε για πρώτη φορά το 1976. Στην αρχή της δεκαετίας του 1980, το SPS έδινε δέσμες σωματιδίων για πειράματα, τα οποία οδήγησαν στην απονομή του βραβείου Νόμπελ Φυσικής στο CERN, για πρώτη φορά το 1984.

Φωτογραφία από την κατασκευή ενός από τους ανιχνευτές (του CMS) του LHC στο CERN

Ο μεγάλος επιταχυντής συγκρουόμενων δεσμών ηλεκτρονίων ποζιτρονίων (LEP) κατασκευάστηκε σε ένα κυκλικό υπόγειο τούνελ, περιφέρειας 27 χιλιομέτρων, και αποτέλεσε το σύμβολο έρευνας του CERN για την περίοδο 1989- 2000. Όταν ολοκληρώθηκε η αποστολή του, ο επιταχυντής LEP αποσυναρμολογήθηκε για να δώσει χώρο σε μία πολύ πιο ισχυρή μηχανή, το μεγάλο επιταχυντή συγκρουόμένων δεσμών αδρονίων (LHC). Όπως το LEP έτσι και το LHC θα τροφοδοτείται με δέσμες σωματιδίων από το PS και το SPS. Ο LHC είναι μία μηχανή που επιταχύνει δύο δέσμες σωματιδίων που κινούνται με αντίθετες κατευθύνσεις, με ταχύτητα μεγαλύτερη από το 99,9% της ταχύτητας του φωτός. Οι φυσικοί μελετούν την πληθώρα των νέων σωματιδίων που δημιουργούνται από τη σύγκρουση των δύο δεσμών. Τα πειράματα στον επιταχυντή LHC θα γίνουν με γιγαντιαίους ανιχνευτές, στόχος των οποίων είναι να παρατηρούν και καταγράφουν τα προϊόντα αυτών των συγκρούσεων, όπως οι ATLAS, CMS, ALICE, LHCb, οι οποίοι κατασκευάζονται από 500 ινστιτούτα 80 χωρών με τη βοήθεια της βιομηχανίας.

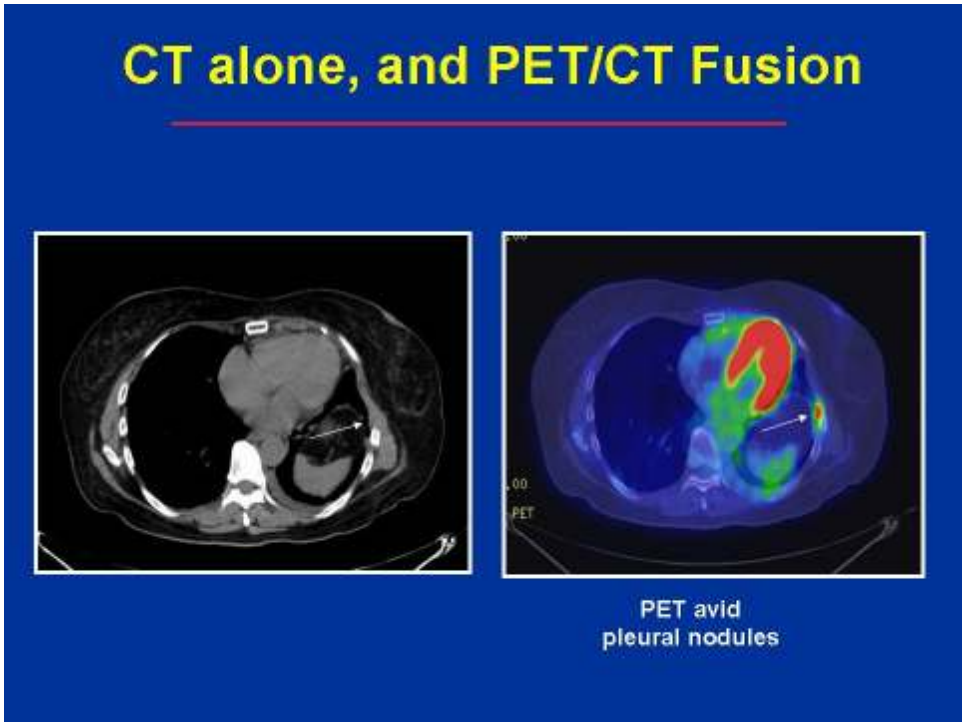
Στην αναζήτηση των επιστημόνων να βρουν από τι αποτελείται η ύλη, η φυσική υψηλής ενέργειας απαιτεί πολύ εξειδικευμένα όργανα που χρησιμοποιούν τεχνολογίες που απέχουν κατά πολύ από τις διαθέσιμες τεχνολογίες της βιομηχανίας. Πολλές από αυτές τις τεχνολογίες έχουν κάνει την καθημερινή μας ζωή πιο αποτελεσματική, πρακτική και άνετη. Το CERN ενθαρρύνει τη μεταφορά τεχνογνωσίας ή γενικά την κοινοποίηση της γνώσης και των βιομηχανικών πρακτικών μεταξύ πανεπιστημίων, εργαστηρίων και βιομηχανιών. Χάρη στις τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν για τις ερευνητικές του δραστηριότητες, το CERN έχει βελτιώσει πολλούς τομείς προς όφελος της βιομηχανίας και κατά συνέπεια της κοινωνίας. Επίσης, το CERN δίνει τη δυνατότητα στους νέους επιχειρηματίες που ενδιαφέρονται να ξεκινήσουν μια εταιρεία να έχουν ως αντικείμενο τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν για τους σκοπούς των ερευνητικών εργαστηρίων.

Εκεί που «γεννήθηκε» το WWW

Ένας από τους τομείς που γίνονται μεγάλες ανακαλύψεις στον τομέα του στο CERN είναι η πληροφορική. Στο CERN παράγεται γνώση υψηλού επιπέδου για περίπλοκα δίκτυα επικοινωνιών και την υψηλότερη δυνατή τεχνολογία υπολογιστικών συστημάτων, η οποία οδήγησε το CERN στην εφεύρεση του World Wide Web, ως μία τεχνολογία, η οποία, αρχικά, ικανοποιούσε τις αυξανόμενες επικοινωνιακές ανάγκες υπολογιστικών συστημάτων της ερευνητικής κοινότητας. Το Web, το οποίο έκτοτε έχει επεκταθεί σε περισσότερα από 100 εκατ. Ιστοσελίδες

παγκοσμίως, παρέχει πληροφορίες σε εκατοντάδες εκατομμύρια χρηστών. Αποτελεί ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα μεταφοράς τεχνογνωσίας τις τελευταίες 3 δεκαετίες και έχει αλλάξει δραματικά την επικοινωνία και τη συμπεριφορά της σύγχρονης κοινωνίας. Επίσης, το CERN αναπτύσσει μια καινούργια δικτυακή τεχνολογία που λέγεται GRID. Αυτή θα συνδέσει δεκάδες χιλιάδες υπολογιστές ανά τον κόσμο με στόχο τη δημιουργία ενός παγκόσμιου υπολογιστικού δυναμικού για τα πειράματα του LHC. Το GRID έχει ήδη βοηθήσει στην εύρεση φαρμάκων προκειμένου να αντιμετωπιστεί η γρίπη των πτηνών.

Στον τομέα της ιατρικής, οι ανιχνευτές υψηλής ποιότητας, οι επιταχυντές και η τεχνολογία ακτινοβολιών είναι απαραίτητα όργανα των φυσικών για την ερευνά τους. Αυτές οι ανακαλύψεις μπορούν να εφαρμοσθούν προκειμένου να δημιουργηθούν καλύτερα διαγνωστικά εργαλεία και να παρέχουν εξειδικευμένη θεραπεία ακτινοβολίας για την αντιμετώπιση ασθενειών. Η θεραπεία με αδρόνια είναι η συνήθης μέθοδος θεραπείας με ακτινοβολία που χρησιμοποιείται παγκοσμίως για την αντιμετώπιση όγκων. Μέχρι στιγμής, περισσότεροι από 45.000 ασθενείς έχουν υποβληθεί σε ακτινοβολία με αδρόνια και πολλά νέα κέντρα βρίσκονται υπό κατασκευή. Οι μοριακοί φυσικοί χρησιμοποιούν συστηματικά τις συγκρούσεις μεταξύ ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων προκειμένου να διερευνήσουν την ύλη και τις θεμελιώδεις δυνάμεις σε υψηλές ενέργειες. Σε χαμηλές ενέργειες, οι εξαϋλώσεις ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων μπορούν να έχουν άλλες χρήσεις. Το 1977, το CERN πραγματοποίησε την πρώτη του απεικόνιση από κάμερα PET (Positron Emission Tomography - Ποζιτρονική τομογραφία). Η PET είναι πλέον η πιο κοινή τεχνική απεικόνισης ιατρικής διάγνωσης η οποία επιτρέπει την λεπτομερή απεικόνιση της λειτουργίας οργάνων, όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Η εξέταση σε ποζιτρονικό/αξονικό τομογράφο (PET/CT) συνδυάζει την αξονική τομογραφία με την ποζιτρονική τομογραφία. Παρέχει εικόνες υψηλής ποιότητας συνδυάζοντας την ανατομική πληροφορία που παρέχει ο αξονικός τομογράφος (CT) με την πληροφορία για τη μεταβολική δραστηριότητα των μελετώμενων ιστών και οργάνων από το ποζιτρονικό τομογράφο (PET).



Αξονική τομογραφία (αριστερά) και συνδυαστική ποζιτρονική/αξονική τομογράφία (δεξιά)

Το CERN έχει επίσης συμβάλει σημαντικά επέκταση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η παραγωγή καθαρής ενέργειας αποτελεί μια επιπλέον ωφέλεια από εξάπλωση των τεχνολογικών εφαρμογών από την φυσική υψηλής ενέργειας. Χάρη στην τελειοποίηση των τεχνολογιών υψηλών κενών και των μεθόδων συγκόλλησης γυαλιού σε μέταλλο, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες έπαψαν να είναι πρωτότυπα και προχώρησαν στην εμπορική τους εκμετάλλευση, ένα πολύ μεγάλο βήμα στην παραγωγή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τέλος, μεγάλες ωφέλειες από την λειτουργία του CERN έχει και ο τομέας της βιομηχανίας καθώς και οι εφαρμογές αυτού στην καθημερινή μας ζωή. Το CERN, προκειμένου να κατασκευάσει τους επιταχυντές χρησιμοποίησε νέες τεχνικές που μπορούν να εφαρμοσθούν για να βελτιωθούν οι βιομηχανικές πρακτικές, μέσω της ποιότητας ελέγχου καθώς και νέες και καλύτερες πρακτικές παραγωγής. Για την κατασκευή του LHC αναπτύχθηκε και πατενταρίστηκε μια τεχνολογία που βασίζεται σε ένα απορροφητικό υλικό προκειμένου να δημιουργηθούν τα υψηλά κενά. Το υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμική απομόνωση σε οικιακές ηλεκτρικές συσκευές όπως τα ψυγεία, οι ηλεκτρικές κουζίνες, κτλ, για να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας.

4. Επίλογος

Πέρα από την έρευνα που γίνεται σε οργανισμούς όπως το CERN, η ΕΕ παρέχει μεγάλα κονδύλια για την έρευνα και την καινοτομία γενικότερα. Ο ανταγωνισμός σε ευρωπαϊκό επίπεδο για τη διεκδίκηση των κονδυλίων αυτών θα κάνει τους καλύτερους ερευνητές και καινοτόμους της Ευρώπης να συνεργαστούν για την εξεύρεση λύσεων στα μεγάλα ζητήματα των καιρών μας, όπως η ενέργεια, η επισιτιστική ασφάλεια, η κλιματική αλλαγή και η γήρανση του πληθυσμού. Η έρευνα και η καινοτομία συμβάλλουν στη δημιουργία θέσεων απασχόλησης, την ευημερία και την καλύτερη ποιότητα ζωής. Παρόλο που η ΕΕ έχει το προβάδισμα παγκοσμίως σε πολλές τεχνολογίες, αντιμετωπίζει ολοένα μεγαλύτερο ανταγωνισμό τόσο από τους παραδοσιακούς ανταγωνιστές της όσο και από τις αναδυόμενες οικονομίες.

Το υψηλό επίπεδο έρευνας σε μια χώρα συσχετίζεται στατιστικά με υψηλό εισόδημα. Στην Ελλάδα οι δαπάνες στην Έρευνα είναι πενιχρές, βρισκόμαστε στην 23η θέση από τις 25 ενώ στις πρώτες θέσεις είναι η Γερμανία, Σουηδία, Φινλανδία και Δανία. Στην Ελλάδα οι δαπάνες για την έρευνα και τεχνολογία αντιστοιχούν μόλις στο 0,6% του ΑΕΠ την στιγμή που οι δαπάνες της ΕΕ στην έρευνα και ανάπτυξη ανήλθαν στο 1,98 % του ΑΕΠ (στοιχεία έτους 2001)

Το μελλοντικό βιοτικό μας επίπεδο εξαρτάται από την ικανότητά μας να πρωτοστατήσουμε στον τομέα της καινοτομίας για την ανάπτυξη προϊόντων, υπηρεσιών, επιχειρήσεων και κοινωνικών διαδικασιών και μοντέλων. Αυτός είναι ο λόγος που η καινοτομία βρίσκεται στο επίκεντρο της στρατηγικής "Ευρώπη 2020", της οποίας εμβληματική πρωτοβουλία είναι η Ένωση της Καινοτομίας. Για τη δημιουργία της Ένωσης της Καινοτομίας, οι προσπάθειες της ΕΕ – και η συνεργασία της με τρίτες χώρες – θα εστιασθούν στην επιτυχή αντιμετώπιση των μεγάλων προκλήσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στο πλαίσιο αυτό, το δημόσιο θα παρεμβαίνει για να παρέχει κίνητρα στον ιδιωτικό τομέα και να αίρει φραγμούς που εμποδίζουν την εμπορική υλοποίηση των καινοτόμων ιδεών στην αγορά όπως είναι η έλλειψη χρηματοδοτήσεων, ο κατακερματισμός των ερευνητικών προγραμμάτων και των αγορών, η μη προσφυγή σε δημόσιους διαγωνισμούς για την καινοτομία και οι καθυστερήσεις στη θέσπιση προτύπων.

Βιβλιογραφία:

- Γιαγιά Μ., Εκμέκτζογλου Ε., κ.α., *Εγκυκλοπαίδεια Δομή, τόμος 9ος*, Αθήνα: 2004, Εκδόσεις «Δομή» Α.Ε.

Πηγές από το διαδίκτυο:

- Κοινοτικό πλαίσιο για την Έρευνα και την Ανάπτυξη, ΕΕ 2006 C 323/01
- http://europa.eu/pol/rd/index_el.htm
- http://en.wikipedia.org/wiki/Research
- http://en.wikipedia.org/wiki/Applied_research
- http://en.wikipedia.org/wiki/Fundamental_research
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CF%81%CE%B5%CF%85%CE%BD%CE%B1_%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE
- http://en.wikipedia.org/wiki/Cern
- http://cern.gr/
- http://el.wikipedia.org/wiki/CERN
- http://public.web.cern.ch/public/