



**ΣΤΕΓΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ**

Επενδύοντας στην Ανθρώπινη Ανάπτυξη

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

**&**

**ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ**

**ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**



**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**

**ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ**

**2012**



Η χώρα μας για πολλά χρόνια είχε παραλείψει να θέσει τις υγιείς βάσεις που είναι προϋπόθεση για μια ανταγωνιστική οικονομία, για ανταγωνιστικές επιχειρήσεις, Η κρίση μας έχει οδηγήσει στην ανάγκη να αναθεωρήσουμε το παραγωγικό μας πρότυπο, και σε βραχύ χρονικό διάστημα να εισάγουμε μεταρρυθμίσεις που θα απελευθερώσουν το παραγωγικό μας δυναμικό και θα το βοηθήσουν να καταστεί διεθνώς ανταγωνιστικό.

Πέρα από τα άμεσα μέτρα για τη σταθεροποίηση της οικονομίας και για την άρση των εμποδίων στην επιχειρηματικότητα, οι μεταρρυθμίσεις αυτές αναγκαστικά περιλαμβάνουν και πολιτικές που έχουν μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα και που ευθυγραμμίζονται με τις πολιτικές και πρακτικές των πιο ανεπτυγμένων εταίρων μας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στο πλαίσιο αυτό οφείλουμε να δώσουμε ιδιαίτερη έμφαση στην ενίσχυση της τεχνολογικής βάσης της ελληνικής παραγωγής. Η υπόθεση της ανταγωνιστικότητας είναι πρωτίστως συνάρτηση της ικανότητας μίας οικονομίας να διαπιστώνει έγκαιρα επερχόμενες αλλαγές στις τεχνολογίες οι οποίες είναι σημαντικές για τις παραγωγικές μονάδες και τις συνέπειες που αυτές έχουν στα επαγγέλματα και τις αναγκαίες δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού.

Στην κατεύθυνση αυτή, ο ΣΕΒ πήρε την πρωτοβουλία να αναπτύξει Δίκτυο Επιχειρηματικής και Τεχνολογικής Ενημέρωσης σε συνεργασία με το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας. Το Δίκτυο αυτό δίνει σήμερα τα πρώτα αποτελέσματα, που αφορούν στον προσδιορισμό και χαρτογράφηση τεχνολογιών αιχμής σε οκτώ τομείς ιδιαίτερης σημασίας για την ελληνική επιχειρηματικότητα και ανταγωνιστικότητα. Περιεκτική σύνοψη των ευρημάτων που αφορούν την περιοχή της νανοτεχνολογίας παρουσιάζεται στην ενημερωτική έκθεση που ακολουθεί.

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής αναδεικνύουν μια άλλη όψη της χώρας μας. Είναι μια όψη δυναμική, αναπτυξιακή, είναι η όψη της έρευνας, της τεχνολογικής προσπάθειας, της καινοτομίας.

Ο ΣΕΒ, εκπροσωπεί τις σύγχρονες και οργανωμένες επιχειρήσεις, οι οποίες, παρά τη δυσμενή συγκυρία, εξακολουθούν να επενδύουν στις νέες τεχνολογίες. Με την παρούσα εργασία ο ΣΕΒ εισάγει emphaticά την τεχνολογία και καινοτομία στον δημόσιο διάλογο, και θέτει αυτό το υλικό καθώς και τον μηχανισμό παραγωγής του στη διάθεση τόσο της πολιτείας όσο και της επιχειρηματικής κοινότητας, επιθυμώντας να συμβάλει στη συζήτηση για την οριοθέτηση των τεχνολογικών προϋποθέσεων της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής οικονομίας.

*Χάρης Κυριαζής*  
*Εκτελεστικός Αντιπρόεδρος ΣΕΒ*





νανο-ηλεκτρονική νανοφωτονική  
νανοβιοτεχνολογία  
λειτουργικά νανοσωματίδια υβριδικά νανοςύνθετα  
νανοδομημένες επικαλύψεις  
νανοκατάλυση

## Νανοτεχνολογία

### Η τελειότητα του απειροελάχιστου στην υπηρεσία του καλύτερου

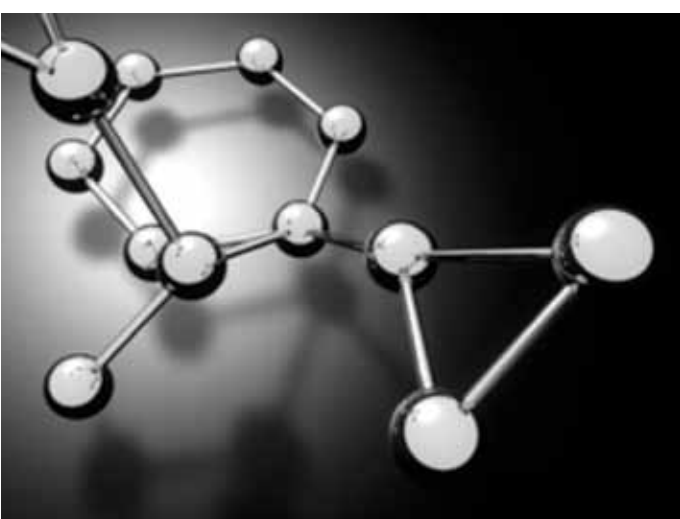
Η Νανοτεχνολογία αποτελεί μια από τις πιο πολλά υποσχόμενες νέες τεχνολογίες και αναμένεται να παίξει κατά τον 21ο αιώνα τον ρόλο που έπαιξε η ανάπτυξη της μεταλλουργίας κατά τον 19ο αιώνα και της μικροηλεκτρονικής κατά τον 20ο. Η Νανοτεχνολογία παρουσιάζει εντόνως διεπιστημονικό χαρακτήρα, συνδυάζοντας επιστημονικές προσεγγίσεις από τη φυσική, τη χημεία, την επιστήμη υλικών και τη βιολογία, ενώ η ποικιλία αναμενόμενων εφαρμογών της στην τεχνολογία των υλικών, την ηλεκτρονική, την ιατρική και τη χημική βιομηχανία της προσδίδουν και ισχυρώς διακλαδικό χαρακτήρα. Εκτιμάται δε ότι θα αποτελέσει το εφαλτήριο για την οικονομική ανάπτυξη και την μακροπρόθεσμη αύξηση της παραγωγικότητας και ταυτόχρονα ένα εργαλείο αντιμετώπισης των μεγάλων προκλήσεων της κοινωνίας, όπως η γήρανση του πληθυσμού, οι επενέργειες της κλιματικής αλλαγής και η μειωμένη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων.

Επιχειρηματική αγορά και τάσεις

Έρευνα και Τεχνολογική Δικτύωση

Νανοτεχνολογίες

Ανθρώπινο Δυναμικό και Δεξιότητες





## National Nanotechnology Initiative

Οι Η.Π.Α. έθεσαν το 2001 σε εγρήγορση την παγκόσμια κοινότητα για την καινοτομία που μπορεί να προκύψει από την νανοτεχνολογία. Το πρόγραμμα National Nanotechnology Initiative (NNI) κινητοποίησε σειρά υπηρεσιών στις Η.Π.Α. (σήμερα 25 διαφορετικές υπηρεσίες) οι οποίες, ανεξάρτητα ή μία από την άλλη ή συνδυαστικά, είτε χρηματοδοτούν την έρευνα στις νανοεπιστήμες και την νανοτεχνολογία είτε έχουν ένα ρυθμιστικό ρόλο και αρμοδιότητες. Συνολικά το NNI επηρεάζει τον σχεδιασμό και την διαμόρφωση του προϋπολογισμού της Ομοσπονδιακής Κυβέρνησης. Το NNI παρέχει το κοινό πλαίσιο για το μεγάλο εύρους πρόγραμμα Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (E&TA) θέτοντας τους κοινούς στόχους, τις προτεραιότητες και τις στρατηγικές των ξεχωριστών υπηρεσιών χρηματοδότησης. Σκοπός του NNI είναι να προάγει ένα παγκόσμιας κλάσης πρόγραμμα ET&A, να καλλιεργεί την μετάβαση από τις νέες τεχνολογίες σε προϊόντα προς όφελος της αγοράς αλλά και της κοινωνίας, να εγγυάται την συνεχή αξιοποίηση των πόρων για την εκπαίδευση, την κατάρτιση εξειδικευμένου προσωπικού αλλά και τη διασφάλιση της απαραίτητης εργαστηριακής υποδομής και των «εργαλείων» που θα προάγουν την νανοτεχνολογία, όπως και να υποστηρίζει την υπεύθυνη ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας. Εξ αρχής το NNI θεώρησε οκτώ κατηγορίες επένδυσης (ονομάστηκαν συνιστώσες περιοχές του προγράμματος), που η κάθε μία θα βοηθούσε την επίτευξη ενός ή περισσότερων από τους ανωτέρω στόχους. Αυτές ήταν: (i) βασικά φαινόμενα και διεργασίες στην νανοκλίμακα, (ii) νανοϋλικά, (iii) διατάξεις και συστήματα νανοκλίμακος, (iv) οργανολογία, μετρολογία και τυποποίηση στην νανοτεχνολογία, (v) νανομεταποίηση, (vi) μεγάλες ερευνητικές εγκαταστάσεις και κτήση οργανολογίας, (vii) περιβάλλον, υγεία και ασφάλεια και (viii) εκπαίδευση και κοινωνική διάσταση. Επί πλέον, το NNI αποτελεί το κεντρικό σημείο επαφής με την Ακαδημαϊκή κοινότητα και την βιομηχανία, με τοπικούς/πολιτειακούς φορείς και οργανισμούς αλλά και με αντίστοιχες υπηρεσίες διεθνώς που, επίσης, στοχεύουν στην καινοτομία μέσα από την νανοτεχνολογία.

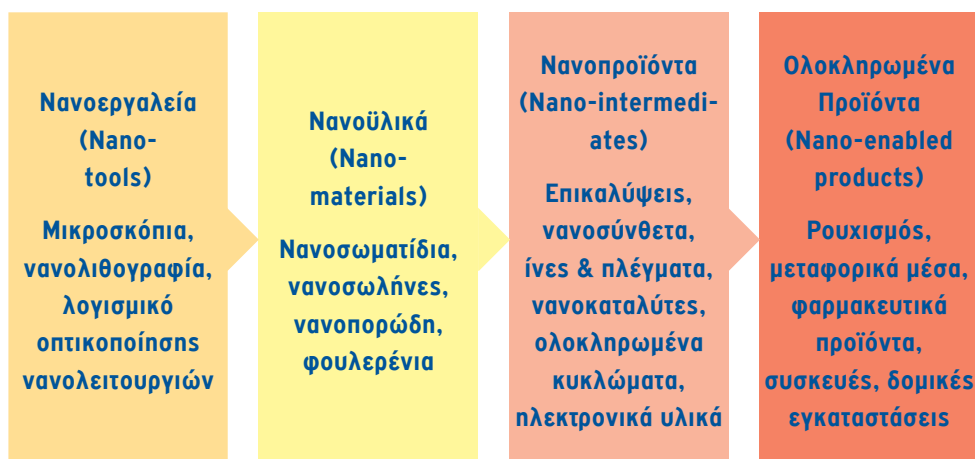
## Η σημασία των μεγεθών

Η Νανοτεχνολογία ως όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη σύνθεση και αξιοποίηση υλικών που έχουν δομικά χαρακτηριστικά με μέγεθος ανάμεσα σε εκείνα των ατόμων και σε εκείνα των μακροσκοπικών υλικών, δηλαδή συστήματα όπου τουλάχιστον η μία τους διάσταση είναι στην κλίμακα των μερικών **νανομέτρων** (1-100 nm), όπου 1 νανομέτρο είναι το ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου. Οι ιδιότητες της ύλης σε αυτή την κλίμακα επιτρέπουν διεργασίες τελείως διαφορετικές από τις συνηθισμένες. Οι περισσότερες εφαρμογές στο μέλλον θα εκμεταλλευτούν αυτό ειδικά το γεγονός, δηλαδή ότι οι φυσικοχημικές ιδιότητες των υλικών με διαστάσεις νανομέτρου διαφέρουν σημαντικά από αυτές των αντίστοιχων μακροσκοπικών υλικών. **Νανοσωματίδια** έχουν την ικανότητα να διαπερνούν κυτταρικές και άλλες βιολογικές μεμβράνες με διαφορετικό τρόπο από ότι αντίστοιχα μακροσκοπικά σωματίδια. Οι **νανοδομές** διαφέρουν από τα μακροσκοπικά υλικά όσον αφορά τις ηλεκτρικές και μαγνητικές τους ιδιότητες, την επιφανειακή και μηχανική τους συμπεριφορά, την σταθερότητα, τη χημική ή βιολογική τους συμπεριφορά αλλά και τα οπτικά τους χαρακτηριστικά παρέχοντας νέες ριζοσπαστικές λύσεις σε προβλήματα πολλών διαφορετικών βιομηχανιών. Νέα χαρακτηριστικά μπορούν να εμφανιστούν σε πολλά υλικά στην νανοκλίμακα, κάτι το οποίο αυξάνει περαιτέρω το εύρος των περιοχών εφαρμογής και συνεπάγεται σημαντική επίδραση για όλες τις βιομηχανίες οι οποίες επεξεργάζονται και χρησιμοποιούν τέτοια υλικά.

Το πεδίο της Νανοτεχνολογίας έχει δημιουργήσει έναν ενθουσιασμό στην επιστημονική κοινότητα και γέννησε ελπίδες και προσδοκίες τα τελευταία έτη. Από τη φύση του το αντικείμενο έχει ιδιαίτερο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον ασχολούμενο με «μικροσκοπικά» αντικείμενα στην κλίμακα των νανομέτρων. Έχει πράγματι ήδη επιτευχθεί σημαντική πρόοδος τόσο στην σύνθεση, οργάνωση και παρασκευή νανοϋλικών, όσο και σε πιθανές χρήσεις τέτοιων υλικών σε μία ευρεία κατηγορία τεχνολογικών εφαρμογών. Την ερχόμενη δεκαετία κατά πάσα πιθανότητα θα γίνουμε μάρτυρες μίας αλματώδους πρόοδου στην προετοιμασία-παρασκευή, στο χαρακτηρισμό και στη βιομηχανική αξιοποίηση και εκμετάλλευση νανοσωματιδίων, νανοσωλήνων και άλλων νανοαντικειμένων όπως και των δομών της αυτοοργάνωσής τους.

### Οι αλχημιστές δικαιώνονται! Ένας παγκόσμιος επιχειρηματικός πυρετός

Όλες οι ανεπτυγμένες χώρες αναγνωρίζουν τη Νανοτεχνολογία ως στρατηγική προτεραιότητα και επενδύουν σημαντικά ποσά στην Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη: ενδεικτικά, το 2008 στην Ευρώπη η συνολική κρατική χρηματοδότηση ήταν 2,6 δισεκατομμύρια δολάρια σε σύγκριση με 1,6 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ και περίπου 2,8 δισεκατομμύρια δολάρια στην Ασία. Η σημασία της Νανοτεχνολογίας για την βιομηχανία φαίνεται επίσης από τους πόρους που η ίδια η Βιομηχανία διαθέτει για Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη: ενδεικτικά, το 2008 δαπανήθηκαν 1,7 δισεκατομμύρια δολάρια στην Ευρώπη, 2,7 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ και 2,8 δισεκατομμύρια δολάρια στην Ασία



Η Νανοτεχνολογία περιλαμβάνει τεχνολογίες που έμμεσα επηρεάζουν σχεδόν όλους τους κλάδους της βιομηχανικής δραστηριότητας. Όπως φαίνεται και από την αλυσίδα αξίας, η Νανοτεχνολογία αφορά εργαλεία και διαδικασίες που επιτρέπουν έλεγχο και παραγωγή δομών σε νανοεπίπεδο, την πρωτογενή παραγωγή νανοϋλικών, τα οποία κατόπιν μπορούν είτε να χρησιμοποιηθούν ως αυτόνομα νανοπροϊόντα, είτε να ενσωματωθούν σε άλλα πιο «συνθισμένα» προϊόντα μεταποίησης τα οποία έχουν βελτιωμένες ιδιότητες σε σχέση με τα συμβατικά



*Το έργο NMP-Team χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αποσκοπεί στην παροχή εξειδικευμένων υπηρεσιών υποστήριξης σε όλους τους*

*ευρωπαϊκούς φορείς και επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται να αξιοποιήσουν τις ερευνητικές ευκαιρίες του FP7/ NMP προγράμματος. Το Δίκτυο ΠΡΑΣΗ είναι ο συντονιστής αυτού του έργου στο οποίο συμμετέχουν 15 ευρωπαϊκά Εθνικά Σημεία Επαφής.*

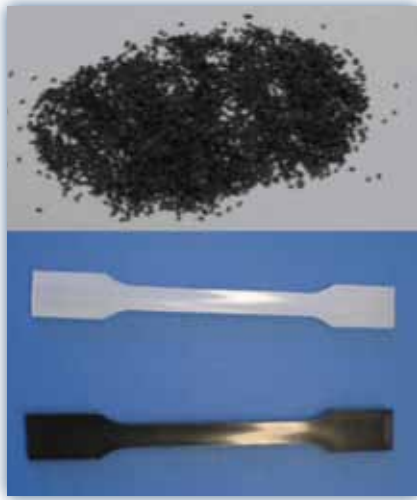
Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διαπίστωσε πολύ νωρίς ότι η нанοτεχνολογία συνιστά ζωτικής σημασίας προτεραιότητα για την Ευρωπαϊκή οικονομία. Στο πλαίσιο του 6ου Προγράμματος Πλαίσιο για την Έρευνα και την Τεχνολογική Ανάπτυξη (2002-2006) καθιέρωσε τις νανοεπιστήμες και την νανοτεχνολογία ως μία από τις προτεραιότητες της θεματικής Nanosciences, nanotechnologies, Materials & new Production technologies (NMP) με προϋπολογισμό 1,4 δισεκατομμύρια ευρώ με στόχο να προωθήσουν την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής βιομηχανίας και την μετεξέλιξη της από βιομηχανία έντασης πόρων σε βιομηχανία έντασης γνώσης. Στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο (2007-2013) η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενισχύει την επένδυση στην νανοτεχνολογία στο πλαίσιο της θεματικής NMP με προϋπολογισμό που αγγίζει τα 3,5 δισεκατομμύρια ευρώ, καθώς θεωρεί πως η ανταγωνιστικότητα της βιομηχανίας στο μέλλον θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τις εφαρμογές των νανοεπιστημών και της νανοτεχνολογίας. Η επένδυση στην νανοτεχνολογία δεν πρόκειται να σταματήσει στο μέλλον, όπως διαφαίνεται από την στρατηγική επιλογή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να ενισχύσει την ερευνητική δραστηριότητα και την κατάλληλη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της στην βιομηχανία: στο Πρόγραμμα «Ορίζοντας 2020» (2014-2020) προτείνεται να επενδυθούν πάνω από 5 δισεκατομμύρια ευρώ σε φωτονική, μικρο&νανοηλεκτρονική και νανοτεχνολογία.

### Δραστηριότητα με πολυκλαδικές εφαρμογές

Προϊόντα Νανοτεχνολογίας κυκλοφορούν ήδη με εφαρμογές σε διαφορετικούς κλάδους, π.χ. **χημική βιομηχανία** (νανοδομημένα ενεργά αντιδραστήρια, νανοσωλήνες άνθρακα, πολυμερικά νανოსύνθετα, υβριδικά σύνθετα), **βιομηχανία ηλεκτρονικών** (ηλεκτρονικά πυριτίου, κρυσταλλοτρίοδοι νανοκλίμακος, πολυμερή ηλεκτρονικά, οθόνες εκπομπής πεδίου με νανοσωλήνες άνθρακα, μνήμες MRAM, μνήμες αλλαγής φάσης), **οπτικά και συστήματα απεικόνισης** (οπτικά μεγάλης ακριβείας, αντιανακλαστικά στρώματα, LED και διοδικά lasers, μικροσκοπία με διακριτική ικανότητα νανομέτρων, οργανικές LED, διδιάστατοι φωτονικοί κρύσταλλοι), την **ιατρική** (νανοσωματίδια ως μέσα αντίθεσης και μεταφορείς φαρμάκων, νανομεμβράνες για αιμοκάθαρση, νανοδομημένα υλικά ως υποκατάστατα οστού, καρκινική νανοθεραπεία), το **περιβάλλον** (νανοδομημένοι καταλύτες, νανομεμβράνες για συστήματα αποχέτευσης, αντιανακλαστικά επιστρώματα για ηλιακές κυψελίδες, νανοκυψελίδες καυσίμων, νανοσωματίδια σιδήρου για απολύμανση υπογείων υδάτων, νανοδομημένο οξειδίο του τιτανίου για φωτοκατάλυση), την **αυτοκινητοβιομηχανία** (νανοδομημένα επιστρώματα, νανοεπιστρωμένοι ψεκαστήρες Diesel, νανοδομημένα μείγματα για ελαστικά, νανοσωματίδια ως πρόσθετα Diesel, νανοδομημένες μπαταρίες ιόντων λιθίου, προβολείς LED) και την **κλωστοϋφαντουργία** (νανοσωματίδια για απώθηση ρύπων, αντιβακτηριδιακές ιδιότητες και προστασία από το υπεριώδες, αερογέλες για θερμική προστασία, κεραμικά νανοσωματίδια για αντίσταση σε εκδορά). Το 2009 παρήχθησαν προϊόντα που ενσωμάτωναν Νανοτεχνολογία συνολικής αξίας 254 δισεκατομμυρίων δολαρίων, ενώ διάφορες προβλέψεις εκτιμούν πως το 2013 η αξία αυτή θα ξεπεράσει τα 1,6 τρισεκατομμύρια δολάρια (Πηγή Research and Markets Report), το 2015 η αξία θα ξεπεράσει τα 2,5 τρισεκατομμύρια (Πηγή Forfas) ή ακόμα και τα 3 τρισεκατομμύρια δολάρια (Πηγή US NSF).



## Η νανοτεχνολογία στην Ελλάδα



Ο Όμιλος των εταιρειών Onex επενδύει 6,5 εκατομμύρια ευρώ ως το 2015, κατασκευάζοντας την πρώτη μεγάλης κλίμακας παραγωγική μονάδα νανοσωματιδίων στην ΒΙ.ΠΕ. Λαμίας μέσω της spin out εταιρείας με την επωνυμία Glonatech Α.Ε.

Αποκλειστικό της αντικείμενο είναι η Νανοτεχνολογία και διακρίνεται και για την παρασκευή νανοσωληνών άνθρακα υψηλής καθαρότητας (> 98%) σε βιομηχανική κλίμακα, προϊόν που διαθέτουν ελάχιστες εταιρείες σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι συγκεκριμένοι νανοσωλήνες, κατά την ενσωμάτωσή τους σε σύνθετα υλικά, προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη μηχανική ή ηλεκτρική συμπεριφορά του τελικού προϊόντος μιας βιομηχανίας, επιτρέποντας της να παράγει προϊόντα που προσομοιάζουν απόλυτα στις τεχνικές προδιαγραφές που επιθυμεί.

Στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται κατά την τελευταία 15ετία ερευνητικές ομάδες και εργαστήρια από ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια με μεγάλη επιτυχία. Έλληνες ερευνητές έχουν δραστηριοποιηθεί με επιτυχία στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο για την Έρευνα και την Τεχνολογική Ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (το κύριο πανευρωπαϊκό εργαλείο για χρηματοδότηση της έρευνας) υλοποιώντας 32 έργα και συντονίζοντας 4 από αυτά, ενώ τα ερευνητικά αποτελέσματα των ελληνικών ομάδων παρουσιάζονται σε ~1300 επιστημονικές δημοσιεύσεις μετά το 2000 με πάνω από ~17000 ετεροαναφορές. Η Ελλάδα βρίσκεται στην 27η θέση, μπροστά από πλουσιότερες χώρες (π.χ. Αυστρία και Δανία), χώρες με ανεπτυγμένο εκπαιδευτικό σύστημα και βιομηχανία αλλά και κουλτούρα και οικοσύστημα καινοτομίας (π.χ. Φινλανδία), καθώς και χώρες με παρόμοια δομικά και οικονομικά χαρακτηριστικά (π.χ. Πορτογαλία) έστω και αν έχουν στο έδαφός τους εταιρείες κολλοσούς με δραστηριότητα σε Νανοτεχνολογία (π.χ. Ιρλανδία), δείγμα ύπαρξης κρίσιμης μάζας ερευνητικού ανθρώπινου δυναμικού.

Χρησιμοποιώντας ως μέτρο τον αριθμό των δημοσιεύσεων, κύριοι παίκτες από τα ερευνητικά κέντρα είναι το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) και το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» με το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (ΕΙΕ) και το Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) να έχουν επίσης σημαντική «παραγωγή». Από τα Πανεπιστήμια, το Πανεπιστήμιο Πατρών μαζί με το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) έχουν την μεγαλύτερη δραστηριότητα, με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), το Πανεπιστήμιο Κρήτης, το Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ) και το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων να αποτελούν τους άλλους μεγάλους παίκτες. Μεμονωμένες ερευνητικές ομάδες υπάρχουν και στο Πολυτεχνείο Κρήτης, το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (ΔΠΘ) και στα ΤΕΙ Κρήτης, Αθηνών και Δυτ. Μακεδονίας. Στην διεπαφή με την Βιοτεχνολογία σημαντική δραστηριότητα υπάρχει και στα ερευνητικά κέντρα ΕΚΕΒΕ Φλέμινγκ, Ελληνικό Ινστιτούτο Παστέρ και στην Ακαδημία Αθηνών.

Στην Ελλάδα αρχίζει να αναδύεται την τελευταία 5ετία επιχειρηματική δραστηριότητα με αποκλειστική παραγωγή προϊόντων Νανοτεχνολογίας. Οι επιχειρήσεις νανοτεχνολογίας είναι καινοφανείς και προέρχονται είτε από ερευνητικά κέντρα ως τεχνοβλαστοί (Nanothinx ΑΕ - εταιρεία παραγωγής νανοσωληνών άνθρακα), είτε τεχνοβλαστοί εταιρειών (Glonatech ΑΕ - εταιρεία παραγωγής νανοδομών άνθρακα & νανοσυνθέτων) είτε είναι start-up επιχειρήσεις (NanoPhos ΑΕ - εταιρεία παραγωγής νανοδομημένων επικαλύψεων για αδιαβροχοποίηση επιφανειών και Brite Solar - εταιρεία παραγωγής νανοδομημένων και διάφανων φωτοβολταϊκών υμενίων). Τούτο οφείλεται στο ότι ως τεχνολογικό πεδίο, η Νανοτεχνολογία είναι στο όριο της επιστημονικής γνώσης και, σε διεθνές επίπεδο, έχει αναπτυχθεί ραγδαίως μόνο κατά την τελευταία 15ετία. Οι ελληνικές εταιρείες είναι μικρομεσαίες επιχειρήσεις έντασης γνώσης, με έντονη δραστηριότητα Ε&ΤΑ και συμμετοχή σε εθνικά και ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα. Παράλληλα, υπάρχει πολύ σημαντική επιχειρηματική δραστηριότητα στην μικροηλεκτρονική και την βιοτεχνολογία με αρκετές από τις εταιρείες σε αυτούς τους κλάδους να κάνουν τα πρώτα τους βήματα ενσωματώνοντας Νανοτεχνολογία σε προϊόντα, μεθόδους και τεχνικές σχεδίασης και κατασκευής.



### Νανοηλεκτρονική

Η παγκόσμια βιομηχανία ημιαγωγών στηρίζει το ένα έκτο του συνόλου της παγκόσμιας οικονομίας και επενδύει εκ νέου έως και 20% των εσόδων της σε έρευνα και ανάπτυξη. Αυτά τα δύο γεγονότα και μόνο καθιστούν τη βιομηχανία αυτή ακρογωνιαίο λίθο για κάθε χώρα που θέλει να παραμείνει στην πρωτοπορία της οικονομίας της γνώσης. Η νέα εποχή της νανοηλεκτρονικής αναφέρεται σε διατάξεις ημιαγωγών, καθώς και σε εξαιρετικά μικροσκοπικά ηλεκτρονικά υποσυστήματα και στην ενσωμάτωσή τους σε μεγαλύτερα προϊόντα και συστήματα.

Αν και η επιτυχία ή η αποτυχία των μεμονωμένων προϊόντων και υπηρεσιών είναι δύσκολο να προβλεφθεί, οι τάσεις της τεχνολογίας που απαιτούνται για την ταχεία πρόοδο της νανοηλεκτρονικής δεν είναι τόσο δύσκολο να ταυτοποιηθούν. Η πιο προφανής από αυτές είναι η διασφάλιση της συνέχισης του Νόμου του Moore δηλαδή της πρόβλεψης ότι το κόστος ανά τρανζίστορ σε ένα τσιπ πυριτίου θα μειώνεται κατά το ήμισυ κάθε δύο με τρία χρόνια. Οι υπόλοιπες αναφέρονται σε σύνολο τεχνολογιών που επιτρέπουν μη ψηφιακές μικρο/νανοηλεκτρονικές λειτουργίες, σε τεχνολογίες που επιτρέπουν την ολοκλήρωση στοιχείων σε μορφή εγκιβωτισμένου συστήματος, σε νέες ριζοσπαστικές λειτουργίες βασισμένες σε Νανοτεχνολογία για μελλοντικές εφαρμογές, σε λογισμικό και εργαλεία για γεφύρωση της διαφοράς ανάμεσα στο τι μπορεί θεωρητικά να σχεδιαστεί και τι μπορεί πρακτικά να εφαρμοστεί και τέλος στην ανάπτυξη εξοπλισμού νανοηλεκτρονικής ειδικών εφαρμογών. Οι εφαρμογές της νανοηλεκτρονικής είναι σε τομείς όπως τηλεπικοινωνίες-υπολογιστές- κυβερνοχώρος, αυτοκινητοβιομηχανία, άμυνα-διάστημα-ασφάλεια, ενέργεια-περιβάλλον, υγεία και βιομηχανικός εξοπλισμός.

Σε παγκόσμιο επίπεδο ο κλάδος της μικρο&νανοηλεκτρονικής χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη κέντρων συγκέντρωσης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων (Silicon Valley, Grenoble, Cork/Ireland, Catagna). Οι κύριοι λόγοι για την δημιουργία αυτών των κέντρων είναι η ύπαρξη πρωτοποριακών ερευνητικών δραστηριοτήτων (πχ. στην Silicon Valley καταλυτικό ρόλο παίζει η ύπαρξη των Πανεπιστημίων του Stanford και Berkeley) και η στήριξη από μέρους των τοπικών κρατικών φορέων αφ' ενός των ερευνητικών φορέων και της αντίστοιχης συνεργασίας ερευνητικών φορέων με επιχειρήσεις και αφ' ετέρου η ενθάρρυνση των επιχειρήσεων με κίνητρα. Είναι χαρακτηριστικό ότι παρ' όλη τη διεθνοποίηση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων οι καινοτομίες εξακολουθούν σε μεγάλο βαθμό να αναπτύσσονται τοπικά μέσω της συνεργασίας ομοειδών επιχειρήσεων και μεταξύ επιχειρήσεων και ερευνητικών φορέων.

Μια τέτοια συνεργασία επιχειρήσεων αποτελεί η Ένωση Ελληνικής Βιομηχανίας Ημιαγωγών (ΕΝΕΒΗ) που ιδρύθηκε το 2005 και εκπροσωπεί τη βιομηχανία ημιαγωγών, μικρο&νανοηλεκτρονικής και ενσωματωμένων συστημάτων στην Ελλάδα. Συγκεντρώνει 50 βιομηχανικά μέλη και 30 πανεπιστήμια και ινστιτούτα. Στα βιομηχανικά μέλη περιλαμβάνονται από μικρές νεοσύστατες επιχειρήσεις μέχρι θυγατρικές πολυεθνικών εταιριών, με την πλειοψηφία να είναι ταχέως αναπτυσσόμενες μικρομεσαίες επιχειρήσεις, που εξυπηρετούν τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας της μικροηλεκτρονικής.

Ο Συνεργατικός Σχηματισμός Συστημάτων και Εφαρμογών Νανο/Μικροηλεκτρονικής (mi-Cluster), φέρει τη σφραγίδα του πρώτου επιχειρηματικού cluster καινοτομίας στην Ελλάδα. Σήμερα ο αριθμός των μελών ξεπερνά τους 120 φορείς (μεγάλες και μικρές επιχειρήσεις, πανεπιστημιακά εργαστήρια, ΤΕΙ, ερευνητικά ινστιτούτα, τεχνολογικά πάρκα, δίκτυα, ενώσεις, συνδέσμους, παρόχους υπηρεσιών, οργανισμούς μεταφοράς τεχνογνωσίας, χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς, εθνικές και περιφερειακές αρχές και υπηρεσίες που ασχολούνται με τη βιομηχανική, περιφερειακή, ερευνητική ή τεχνολογική ανάπτυξη και πολιτική και μέσα μαζικής επικοινωνίας) σε όλη την Ελλάδα. Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του mi-cluster έπαιξαν τόσο το Corallia ως συντονιστής όσο και η ΕΝΕΒΗ ως βιομηχανική ένωση του κλάδου. Το mi-Cluster χρηματοδοτήθηκε με 30 εκ. ευρώ από το ΕΠΑΝ II.

### Σχεδιασμός στην Ελλάδα – Παραγωγή αλλού:

Η TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Co.) θα διαθέσει 9,4 δισ. δολάρια για να κατασκευάσει μια μονάδα κατασκευής ολοκληρωμένων στην Ταϊβάν με δυναμικότητα 200.000 12-inch wafer/μήνα. Η μονάδα θα έχει 430.000m<sup>2</sup> κτιρίων εκ των οποίων 104.000 θα είναι αποστειρωμένα δωμάτια (~20.000 \$/m<sup>2</sup>). Λόγω του μεγάλου κόστους που απαιτείται για υποδομές παραγωγής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων εκτιμάται ότι η Ελλάδα θα πρέπει να συνεχίσει να επενδύει σε εταιρείες fabless, δηλαδή σε εταιρείες που θα έχουν υποδομή για να σχεδιάζουν τα νανοηλεκτρονικά κυκλώματα/συστήματα στην Ελλάδα και για την μαζική παραγωγή θα χρησιμοποιούν, κατόπιν συμφωνίας, εργοστάσια παραγωγής ολοκληρωμένων όπως αυτό που περιγράφεται παραπάνω.



### Ελληνικά συστήματα σε διεθνείς πλατφόρμες

Από το 2006 η Integrated Systems Development S.A. (ISD) αναπτύσσει υποσυστήματα video για smart phones τα οποία βασίζονται σε πλατφόρμα της ST-Ericsson. Τον τελευταίο χρόνο το υποσύστημα video (HVA) σχεδιάζεται στη νανοηλεκτρονική τεχνολογία 28nm CMOS. Το μεγαλύτερο πρόβλημα με τέτοιου είδους υποσυστήματα είναι το παράδοξο των προδιαγραφών. Από την μια πρέπει να παρέχει την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση (επεξεργασία 120 εικόνων υψηλής ευκρίνειας ανά δευτερόλεπτο) και από την άλλη πρέπει να έχει την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (λιγότερες φορτίσεις της μπαταρίας του κινητού). Το HVA, σε διάφορες εκδόσεις, είναι ενσωματωμένο σε πλατφόρμες όπως tablets και smart phones





Διάδοση οπτικού σήματος σε νανοπλασματικούς κυματοδηγούς/ διακόπτες, σε καταστάσεις ανοικτού και κλειστού κυκλώματος. Έργο: "PLATON"

Η Πλασματική αποτελεί ένα ταχύτατα εξελισσόμενο και πολλά υποσχόμενο ερευνητικό πεδίο της Νανο-Φωτονικής, με δυναμικές εφαρμογές υψηλής σημασίας, προστιθέμενης αξίας και δυνατότητα διείσδυσης στις αγορές τηλεπικοινωνιών και βιοαισθητήρων υψηλής ευαισθησίας.

Το Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (Ε.Κ.Ε.Τ.Α.) με έδρα την Θεσσαλονίκη συντονίζει ένα πρωτοποριακό ερευνητικό έργο νανοφωτονικής του 7ου Πλαισίου Χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τίτλο Merging Plasmonic and Silicon Photonics Technology towards Tb/s routing in optical interconnects «PLATON», για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων πλασματικών νανο-φωτονικών κυκλωμάτων για την διαχείριση πληροφορίας σε ταχύτητες μετάδοσης Tb/s.

Η ανάπτυξη μίας τέτοιας ρηξικέλευθης τεχνολογίας θα αποτελέσει θεμελιώδη βάση για τις επόμενες γενιές οπτικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων, όπου οι διατάξεις μεταγωγής σήματος θα χαρακτηρίζονται από ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας, υπερ-σμικρομένο μέγεθος και χρόνους καθυστέρησης απόκρισης μικρότερους από ένα τέταρτο του τρισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου.

## Νανοφωτονική

Η Φωτονική αποτελεί ένα πολυδιάστατο τεχνολογικό και επιστημονικό πεδίο όπου το φωτόνιο (κβάντο ενέργειας του φωτός) χρησιμοποιείται ως βασικό εργαλείο για μετατροπή ενέργειας, αλληλεπίδραση με ζωντανούς ιστούς και υλικά, διαδικασίες μέτρησης και διάγνωσης, μεταφορά, αποθήκευση και κρυπτογράφηση πληροφορίας, σχεδιασμό υλικών και λειτουργιών και φωτισμό. Η ταχεία και αποτελεσματική ανάπτυξη υλικών νανοσκοπικής κλίμακας και ιδιοτήτων υποβοήθησε έτσι ώστε κατά την τελευταία 15ετία να αναδυθεί και εξελιχθεί ο υποτομέας της Νανοφωτονικής. Η Νανοφωτονική αποτελεί το επιμέρους πεδίο της Φωτονικής όπου τα φυσικά φαινόμενα και οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης και διάδοσης του φωτονίου μέσα στην ύλη καθορίζονται από τις επιμέρους διαστάσεις, και τις φυσικές, χημικές και δομικές ιδιότητες του υλικού όπως αυτές διαφοροποιούνται σε νανοσκοπικό επίπεδο και εξετάζονται σε χαρακτηριστικά μήκη κύματος ίσα ή μικρότερα των φυσικών διαστάσεων του συστήματος.

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Έρευνα και την Καινοτομία «Ορίζοντας 2020», η νανοφωτονική αποτελεί μια από τις Βασικές Τεχνολογίες Ευρείας Εφαρμογής (Key Enabling Technologies) που θα συμβάλουν στην τεχνολογική πρωτοπορία της Ευρώπης. Η Νανοφωτονική μπορεί να βρει εφαρμογή σε νέα μηχανήματα και υλικά που επιτρέπουν: ανίχνευση βιολογικών και χημικών ουσιών, οθόνες, νέες πηγές λέιζερ, νανοχειρουργική, τηλεπικοινωνίες, φασματοσκοπία, αισθητήρες πίεσης, αποθήκευση δεδομένων, ανίχνευση νανοσωματιδίων και ρύπων, νανοηλεκτρονική, τεχνολογίες βιοαισθητήρων, φωτοβολταϊκή τεχνολογία, τεχνολογία τροφίμων, αισθητήρες δομικής καταπόνησης, άμυνα, ασφάλεια, μεταφορές. οι Νανοφωτονικές Τεχνολογίες δείχνουν να έχουν μεγαλύτερη διείσδυση στους τομείς της άμυνας στις ΗΠΑ (τεχνολογία προστασίας προσωπικού στο πεδίο της μάχης) και computing, στην ΕΕ αυτές στρέφονται προς τον χώρο της υγείας, πηγών φωτός, λέιζερ και συσκευών αισθητήρων και ανάλογα στην Άπω Ανατολή/Ιαπωνία στον τομέα των οθονών προβολής και αποθήκευσης δεδομένων.

Στην Ελλάδα υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο της Νανοφωτονικής. Ερευνητικές ομάδες από ΑΕΙ, ΤΕΙ και ερευνητικά κέντρα συμμετέχουν με μεγάλη επιτυχία σε πάνω από είκοσι ερευνητικά έργα χρηματοδοτούμενα από το 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Υπάρχουν περισσότερες από δώδεκα Ελληνικές Εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στον ευρύτερο τομέα της Φωτονικής, όμως ελάχιστες από αυτές παράγουν κάποιο προϊόν ή προσφέρουν ανάλογη υπηρεσία η οποία εντάσσεται αμιγώς στο συγκεκριμένο πεδίο της Νανοφωτονικής.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζονται ευκαιρίες συνέργειας στα πρότυπα των περισσότερων Ευρωπαϊκών χωρών με την ίδρυση της εθνικής θεματικής Πλατφόρμας Φωτονικής **PhotonicsGR**, απαρτιζόμενη από το σύνολο των δημόσιων και ιδιωτικών ερευνητικών ιδρυμάτων και πανεπιστημίων και των εταιριών οι οποίες δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Στο πλαίσιο αρχών και λειτουργίας της PhotonicsGR το πεδίο της Νανοφωτονικής έχει τεθεί ως προτεραιότητα από το σύνολο των ακαδημαϊκών φορέων και αρκετών εταιριών, με στόχο την σύνταξη μίας κοινής εθνικής στρατηγικής ατζέντας, με απώτερο σκοπό την άμεση μεταφορά τεχνολογίας από τα ιδρύματα στις εταιρίες και την βέλτιστη χρήση ερευνητικών εγκαταστάσεων.

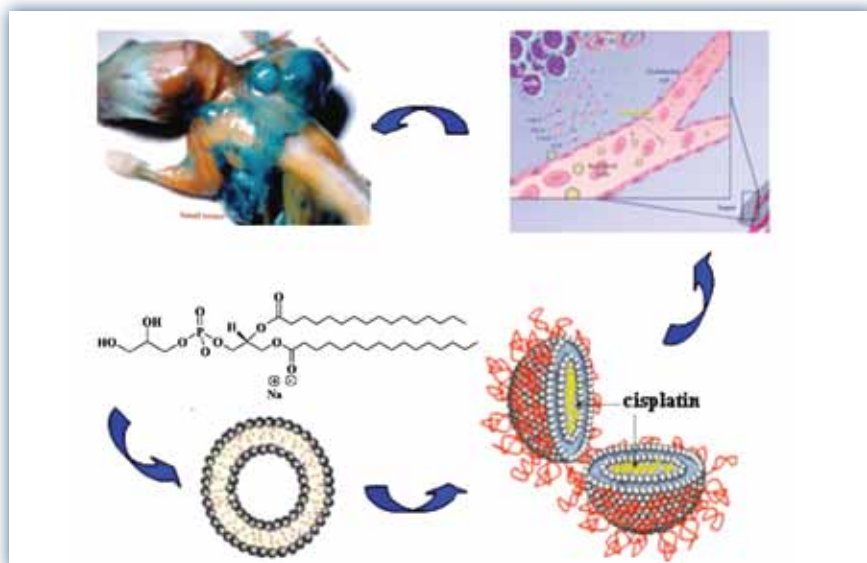
## Νανοβιοτεχνολογία

Η Νανοβιοτεχνολογία είναι ένας ραγδαία αναπτυσσόμενος κλάδος που αφορά την συνδυασμένη εφαρμογή της νανοτεχνολογίας και της βιολογίας στην κατασκευή συστημάτων, συσκευών και διατάξεων για τη μελέτη βιολογικών διεργασιών και την αντιμετώπιση ασθενειών.

Η νανοβιοτεχνολογία περιλαμβάνει επίσης διεπιστημονικές δραστηριότητες που συνδυάζουν τη φωτονική, τη χημεία, τη βιολογία, τη βιοφυσική, τη νανοϊατρική και την επιστήμη των μηχανικών. Ο κλάδος βασίζεται στη χρήση ποικίλων αναλυτικών μεθόδων και πειραματικών εργαλείων (π.χ. σύνθεση και αυτοοργάνωση των συστημάτων, μικροσκοπία, περίθλαση ακτίνων-Χ, κ.α.), σε συνδυασμό με θεωρία και προηγμένες υπολογιστικές μεθόδους. Λόγω της διεπιστημονικότητας του και της χρήσης διαφορετικών μεθόδων και τεχνικών ο κλάδος απαιτεί τη στενή συνεργασία επιστημόνων από τη βιολογία, την ιατρική, τις φυσικές επιστήμες και την επιστήμη της μηχανικής οι οποίοι μιμούμενοι τα βιολογικά συστήματα θα κατασκευάσουν νανοσυσκευές και νανοσυστήματα για την αντιμετώπιση ασθενειών και τη μελέτη βιολογικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στη νανοκλίμακα.

Η νανοβιοτεχνολογία αφορά εφαρμογές της νανοτεχνολογίας στη βιολογία και την ιατρική και επομένως η εξέλιξη της συνδέεται άμεσα με τις εξελίξεις στη νανοτεχνολογία. Αφορά κυρίως νανοϋλικά και νανοδομές με ευρύ φάσμα ιδιοτήτων για εφαρμογές όπως είναι η ελεγχόμενη απόδοση φαρμάκων, τα εμφυτεύματα και η αναγέννηση ιστών, οι διαγνωστικοί βιοαισθητήρες και η ακτινοθεραπεία και άλλες τεχνολογίες απεικόνισης.

Στην Ελλάδα υπάρχει έντονη δραστηριότητα σε Βιοτεχνολογία σημαντικό μέρος της οποίας αποτυπώνεται στο **Hellenic Bio Cluster (Hbio)**. Το Hbio αποτελεί την μοναδική συσπείρωση ερευνητικά δραστήριων και εξωστρεφών εταιρειών βιοτεχνολογίας στην Ελλάδα, που λειτουργεί ως όχημα για την ανάπτυξη δράσεων υποστήριξης συνεργασιών για μεταφορά καινοτόμου τεχνολογίας. Αυτή τη στιγμή έχει ως μέλη του 22 επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον κλάδο της βιοτεχνολογίας και 4 Ερευνητικά Κέντρα. Ορισμένες από τις εταιρείες Βιοτεχνολογίας στην Ελλάδα έχουν και δραστηριότητες σχετικές με Νανοβιοτεχνολογία.



Μία πρωτοποριακή τεχνολογία για τον εγκλωβισμό της σισπλατίνης (cisplatin) σε νανοσωματίδια, έχει αναπτυχθεί από ερευνητές ελληνικής εταιρείας (Regulon), παράγοντας την Liporlatin™ (Λιποπλατίνη), ένα αντικαρκινικό βιοφαρμακευτικό προϊόν.

Η σισπλατίνη αποτελεί έναν απ' τους ακρογωνιαίους λίθους στη μοντέρνα χημειοθεραπεία αλλά προκαλεί σοβαρές παρενέργειες. Αντίθετα, τα νανοσωματίδια της Λιποπλατίνης™ έχουν χαμηλή τοξικότητα και υψηλότερη δραστηριότητα (υψηλότερο θεραπευτικό δείκτη) στοχεύοντας επιλεκτικά σε πρωτογενείς όγκους και μεταστάσεις, ενώ έχει βρεθεί ότι καταπολεμούν ακόμη και μικρομεταστάσεις που διαφεύγουν των απεικονιστικών μεθόδων (ακτινογραφίες, αξονική και μαγνητική τομογραφία), ανοίγοντας έτσι νέους ορίζοντες για τη χρήση τους ακόμα και σε περισσότερο πρώιμα στάδια της διάγνωσης των όγκων.

Το προϊόν έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε κλινικές μελέτες και έχει πάρει προέγκριση από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Φαρμάκων (EMA) ως θεραπεία πρώτης γραμμής κατά του καρκίνου του παγκρέατος το 2007 και θεραπεία πρώτης γραμμής για τον μη-πλακώδη, μη-μικροκυτταρικό καρκίνο του πνεύμονα (τη μεγαλύτερη ιστολογική υποδιαίρεση αυτού του καρκίνου) το 2009. Χρησιμοποιείται σε χώρες της Ασίας ως θεραπεία πρώτης γραμμής κατά του καρκίνου του στομάχου (No 1 καρκίνος) και του τραχήλου της μήτρας που αποτελεί τον κυριότερο γυναικολογικό καρκίνο. Η Λιποπλατίνη αναμένεται να εισέλθει στην ευρωπαϊκή αγορά το 2012-13 και των ΗΠΑ το 2014 ως αντικατάστατο της σισπλατίνης για το καρκίνο του πνεύμονα και του παγκρέατος



Αν και υπάρχει στην Ελλάδα έντονη ερευνητική δραστηριότητα σε εξελιγμένες, νέου τύπου φωτοβολταϊκές κυψελίδες (πχ. εύκαμπτα ή/και οργανικά φωτοβολταϊκά κλπ.), δεν υπάρχει αντίστοιχη επιχειρηματική δραστηριότητα. Εξάιρεση αποτελεί η Brite Solar, η οποία μάλιστα διακρίθηκε στον διαγωνισμό εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας «Η Ελλάδα καινοτομεί», που διοργανώθηκε από την Eurobank και τον ΣΕΒ το 2011, για την τεχνολογία φωτοβολταϊκών κυψελίδων με χρήση νανοδομημένων υλικών.

Οι κυψελίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φωτοβολταϊκά παράθυρα ενταγμένα στην αρχιτεκτονική των κτιρίων. Τα στοιχεία είναι οπτικά ημιδιαπερατά και, συνεπώς, κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν στη θέση των «παραδοσιακών» παραθύρων κατοικιών και άλλων κτιρίων αλλά και ως ηλιοροφές και ηλιοπροστάτες αυτοκινητοδρόμων.

Η τεχνολογία επιτρέπει στις οι κυψελίδες να λειτουργούν με ηλιακό αλλά και με τεχνητό φως, ημέρα και νύχτα, ενώ η τιμή παραγωγής τους είναι συγκρίσιμη με αυτή των κοινών υαλοπινάκων.

Η τεχνολογία της Brite Solar καλύπτεται από διπλώματα ευρεσιτεχνίας στην Ελλάδα ενώ είναι υπό έκδοση αντίστοιχα διπλώματα σε ΗΠΑ και Ευρωπαϊκή Ένωση.

## Λειτουργικά Νανωσωματίδια και Νανοδομές

Ο σχεδιασμός και η οργάνωση λειτουργικών υλικών και διατάξεων που βασίζονται σε νανοδομημένες μονάδες αναγνωρίζεται ως φυσική και αναπόφευκτη εξέλιξη της τάσης στη βιομηχανία προϊόντων αιχμής, με στόχο την περαιτέρω σμίκρυνση των διαστάσεων (miniaturization) στα διαφορετικά πεδία εφαρμογών της. Οι προοπτικές που διανοίγουν καινοφανή υλικά είναι ότι μπορεί να βασίζονται σε περισσότερα του ενός συστατικά, των οποίων η οργάνωση στο χώρο σχεδιάζεται και κατασκευάζεται σε μοριακή, νανοσκοπική κλίμακα. Δίνεται έτσι η δυνατότητα να κατασκευασθούν καινοτόμα νανουσυστήματα υψηλού επιπέδου δομικής περιπλοκότητας τα οποία, ως επί το πλείστον, παρουσιάζουν και αυξημένη μακροσκοπική λειτουργικότητα. Τέτοια νανοδομημένα ανόργανα ή/και οργανικά υλικά μπορούν να έχουν ποικίλη μορφολογία που εκτείνεται από αυτή του νανωσωματιδίου, του νανωσύρματος, του νανωσωλήνα ή του νανοδακτυλιδίου μέχρι και δισδιάστατες ή τρισδιάστατες δομές ελεγχόμενης διακλάδωσης. Οι φυσικές ιδιότητές τους καθορίζονται πρώτα από τη χημική τους σύσταση, αλλά και από το σχήμα και το μέγεθος των ιδιαίτερων δομικών χαρακτηριστικών τους, τα οποία μπορούν να ελέγχονται για την επίτευξη της επιθυμητής συμπεριφοράς. Η δυνατότητα ρύθμισης των χωρικών διαστάσεων και μορφών αυτών των νανοδομών επιτρέπει την πρόβλεψη της λειτουργίας τους, με σημαντικές επιπτώσεις σε ποικίλες εφαρμογές στη βιομηχανική παραγωγή, την υγεία και την ποιότητα ζωής, την παραγωγή ενέργειας, το περιβάλλον και την διαχείριση του, τις μεταφορές, τις τηλεπικοινωνίες, τους υπολογιστές και την πληροφορική.

Ενδεικτικά, λειτουργικά νανωσωματίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη:

- φωτοβολταϊκών συστημάτων αυξημένης απόδοσης ή με άλλες ιδιότητες,
- έξυπνων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και ενδυμάτων,
- νανοφορέων φαρμάκων για στοχευμένη αποδέσμευση των ενεργών συστατικών που επιτρέπουν την αποκλειστική συσσώρευση του φαρμάκου στους πάσχοντες ιστούς/όργανα,
- νανωσωματιδίων με νέες λειτουργίες και βελτιωμένες ιδιότητες (αντιμικροβιακή συμπεριφορά και ευκολία στον καθαρισμό, αντοχή σε διαβρωτικά και επιθετικά περιβάλλοντα, έλεγχο υγρασίας, θερμομονωτικά, ηχομονωτικά, θερμοσυσσωρευτικά χαρακτηριστικά κλπ.)
- δομικών στοιχείων κτιρίων που ενσωματώνουν τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά στοιχεία αλλά και συσσωρευτές ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται ερευνητικές ομάδες από ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια και ΜΜΕ έντασης γνώσης. Συνολικά υλοποιούνται 6 έργα στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο με συμμετοχή Ελληνικού οργανισμού. Ενώ η Ελλάδα έχει πολύ καλή βάση στην τεχνολογία υλικών και προϊόντων, όπως κράματα και μεταλλικές κατασκευές, κεραμικά και πολυμερή προϊόντα με ισχυρές εξαγωγικές δραστηριότητες, η συγκεκριμένη τεχνολογία αιχμής αποτελεί μία μάλλον μελλοντική προοπτική όσον αφορά στην συστηματική υιοθέτηση της από το ελληνικό παραγωγικό σύστημα.

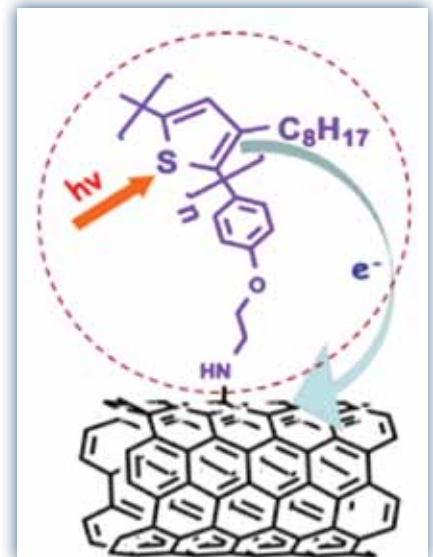
## Υβριδικά Νανοσύνθετα Υλικά

Η τεχνολογία υβριδικών νανοσυνθέτων υλικών αναφέρεται στο σχεδιασμό, τη σύνθεση και τη βελτιστοποίηση υλικών που αποτελούνται από συνδυασμό συστατικών με συμπληρωματικές ή κάποιες φορές και αντίθετες ιδιότητες. Η προσθήκη ανόργανων ουσιών σε πολυμερικά υλικά είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη για τη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων, τη μείωση της διαπερατότητας από αέρια, την αύξηση της αντίστασης σε θερμότητα και φλόγα, και τέλος τη μείωση του κόστους του υλικού. Ωστόσο, όταν οι διαστάσεις των ανόργανων υλικών είναι σχετικά μεγάλες (>5 μm), τότε είναι δυνατό να εμφανιστούν προβλήματα, όπως η ελάττωση της διαφάνειας του πολυμερικού υλικού και η υποβάθμιση των μηχανικών του ιδιοτήτων. Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται όταν το πρόσθετο υλικό βρίσκεται σε πολύ λεπτή διασπορά στην πολυμερική μήτρα, δηλαδή όταν οι διαστάσεις του είναι της τάξης των νανομέτρων. Επιπλέον, η επίδραση των νανοπροσθέτων στη διαμόρφωση των πολυμερικών αλυσίδων και στην ικανότητα κρυστάλλωσής τους, επηρεάζουν τις τελικές μακροσκοπικές ιδιότητες του συστήματος.

Καθώς η τεχνολογία των υβριδικών νανοσυνθέτων θα ωριμάζει, αναμένεται ότι την ερχόμενη δεκαετία θα γίνουμε όλοι μάρτυρες μίας αλματώδους προόδου στην προετοιμασία-παρασκευή, στο χαρακτηρισμό και στη βιομηχανική αξιοποίηση και εκμετάλλευσή της με σημαντικές επιπτώσεις ιδιαίτερα στη χημική βιομηχανία. Ενδεικτικά, κάποιοι από τους τομείς στους οποίους αναμένονται σημαντικές επιπτώσεις είναι φιλικά προς το περιβάλλον επιστρώματα, πλαστικά γενικής χρήσεως, οργανικά φωτοβολταϊκά, πολυμερικοί ηλεκτρολύτες, φωτοκατάλυση.

Υβριδικά νανοσύνθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων πολυμερών υλικών με καλύτερες μηχανικές ιδιότητες, βελτιωμένες θερμικές ιδιότητες και θερμική σταθερότητα, χαμηλή διαπερατότητα από αέρια, μειωμένη αναφλεξιμότητα και μειωμένο βάρος, για την παραγωγή και νηματοποίηση υφαντικών ινών με εξειδικευμένες ιδιότητες (π.χ. αντιμικροβιακή δράση, υπερυδροφοβικότητα ή ικανότητα μνήμης σχήματος), για την παραγωγή οργανικών φωτοβολταϊκών στοιχείων με μεγαλύτερη απόδοση και μικρότερο κόστος παραγωγής και εγκατάστασης αλλά για την παραγωγή υλικών αυτοκινητοβιομηχανίας με μειωμένο βάρος και συνεπώς μειωμένο κόστος κατανάλωσης καυσίμων.

Στην Ελλάδα υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα από ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς φορείς, ενώ συνολικά υλοποιούνται 16 έργα στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο με Έλληνες συμμετέχοντες και 15 έργα ΕΣΠΑ. Επίσης ένας αριθμός Ελληνικών επιχειρήσεων έχει συμμετοχή σε ευρωπαϊκά προγράμματα έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης με την προοπτική ανάπτυξης νέων καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών με την χρήση υβριδικών νανοσυνθέτων.



Η πιο πρόσφατη πατέντα σε υβριδικά νανοσύνθετα από ελληνική εταιρεία προέρχεται από την Advent AE. Η εταιρεία ανέπτυξε μια καινοτόμο διαδικασία παραγωγής προηγμένων υβριδικών νανοσυνθέτων μέσω χημικής τροποποίησης νανοσωλήνων άνθρακα με αλυσίδες συζυγιακού πολυμερούς. Οι χημικές αντιδράσεις που εφαρμόστηκαν επιτρέπουν χημική σταθερότητα των υβριδικών υλικών μέχρι πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Τα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως το φωτοενεργό στρώμα σε οργανικές φωτοβολταϊκές κυψελίδες επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη μεταφορά των φωτοεπαγόμενων ηλεκτρονίων από το ημιαγωγίμο πολυμερές (δότης ηλεκτρονίων) στον νανοσωλήνα άνθρακα (δέκτη ηλεκτρονίων). Η τεχνολογία αναπτύχθηκε από Έλληνες ερευνητές [Χ. Χώχος και Ι. Καλλίτσος, Advent Technologies S. A.] και κατοχυρώθηκε ως ευρεσιτεχνία στις Η.Π.Α.



Τι κοινό συνδέει την Πλατεία Δημαρχείου στο Monterrey του Μεξικού, κεραμικά πλακίδια που παράγονται στην Ισπανία, το φωτοβολταϊκό πάρκο στη Changsha της Νότιας Κίνας και τις γυάλινες προσόψεις του μετρό του Dubai; Όλες έχουν επικαλυφθεί με το προϊόν Νανοτεχνολογίας SurfaShield®, το οποίο αναπτύχθηκε από Έλληνες επιστήμονες στην Ελληνική εταιρία NanoPhos AE. Το SurfaShield® είναι μοναδικό υλικό που εφαρμόζεται με ψεκασμό, χωρίς θερμική επεξεργασία και έχει την ικανότητα να μετατρέπει τις επιφάνειες σε αυτοκαθαριζόμενες και αντιβακτηριακές, χωρίς χρήση φαρμακευτικών ουσιών.

Η δράση βασίζεται αποκλειστικά στην ενεργοποίηση του υλικού από την περιβάλλουσα φωτεινή ακτινοβολία που τη μετατρέπει σε χημική ενέργεια. Το αποτέλεσμα είναι ότι εξαφανίζει καυσαέρια, οργανικούς ρύπους, αποτρέπει την ανάπτυξη βακτηρίων, εξαλείφει μυρωδιές, και καθαρίζει το περιβάλλον. Ο οικολογικός χαρακτήρας του προϊόντος έχει βραβευθεί διεθνώς στην έκθεση BIG 5 στο Ντουμπάι, αφού 1000m<sup>2</sup> της επικάλυψης ισοδυναμούν με τη δράση 56 δέντρων στην αποικοδόμηση αερίων ρύπων.

Χάρη στην ηλιακή ενέργεια, τα νανοσωματίδια της τεχνολογίας SurfaShield® παρέχουν λειτουργικότητα σε κοινές επιφάνειες και ένα καθαρότερο περιβάλλον.

## Νανοδομημένες Επικαλύψεις

Η εισαγωγή της Νανοτεχνολογίας στο πεδίο των επικαλύψεων μεταμορφώνει την αντίληψη των κλασσικών υλικών χρώσης ή επικάλυψης: από επικαλύψεις που βελτιώνουν το αισθητικό αποτέλεσμα, παρουσιάζονται πλέον λειτουργικές επικαλύψεις που προσδίδουν χαρακτηριστικά βελτίωσης της καθημερινότητάς μας. Σε πανευρωπαϊκή έρευνα του τελευταίου έτους ανάμεσα σε επαγγελματίες του χώρου των επικαλύψεων αποδεικνύεται ότι αναμένονται σημαντικές βελτιώσεις στα ποιοτικά ή λειτουργικά χαρακτηριστικά, με κυριότερους άξονες τη βελτίωση ιδιοτήτων απότριψης ή τριβολογικών χαρακτηριστικών, την αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία και τις επιπτώσεις των καιρικών συνθηκών, τη βελτίωση των αντιδιαβρωτικών ιδιοτήτων, την ανάπτυξη αυτοκαθαριζόμενων, αντιβακτηριακών και υπερυδρόφιλων (αντιθαμβωτικών) ιδιοτήτων, την ανάπτυξη αγωγίμων ή μαγνητικών επικαλύψεων, την εκλεκτική διαπερατότητα σε αέρια και την ανάπτυξη αντιπυρικών / πυράντοχων χαρακτηριστικών. Η συμβολή των λειτουργικών νανοεπικαλύψεων μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα κρίσιμη στην εξοικονόμηση ενέργειας με χαρακτηριστικά υψηλής ικανότητας ανάκλασης στο υπέρυθρο (θερμικό) μέρος της φωτεινής ακτινοβολίας.

Νανοδομημένες επικαλύψεις με ειδικά σχεδιασμένες ιδιότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες εφαρμογές που αγγίζουν πολλούς επιχειρηματικούς κλάδους. Η **ναυτιλία** μπορεί να εκμεταλλευτεί νανοδομημένες επικαλύψεις περιβαλλοντικής προστασίας, ρύθμισης επιφανειακής τάσης και αντιδιαβρωτικές ιδιότητες, η **οικοδομική δραστηριότητα** νανοδομημένες επικαλύψεις με αντιδιαβρωτικές ιδιότητες για εξοικονόμηση ενέργειας, ρύθμισης επιφανειακής τάσης και περιβαλλοντικής προστασίας, οι **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** νανοδομημένες επικαλύψεις με υπεραγωγίμες ιδιότητες για εξοικονόμηση ενέργειας και περιβαλλοντικής προστασίας, η **μεταλλουργία** και η παραγωγή μηχανολογικού εξοπλισμού από νανοδομημένες επικαλύψεις με υπεραγωγίμες ιδιότητες, με υψηλή αντοχή στην απότριψη και την καταπόνηση, με αντιδιαβρωτικές ιδιότητες, χαμηλού συντελεστή τριβής και τέλος η **βιομηχανία χρωμάτων** μπορεί να αξιοποιήσει νανοδομημένες επικαλύψεις για εξοικονόμηση ενέργειας και περιβαλλοντικής προστασίας.

### Ερευνητική δραστηριότητα στην Ελλάδα:

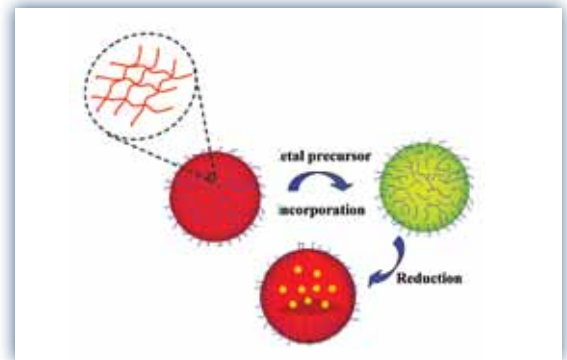
Συνολικά υλοποιούνται 17 έργα στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο με συμμετοχή Ελληνικών οργανισμών. Ένας αριθμός Ελληνικών επιχειρήσεων έχει αξιοσημείωτη συμμετοχή σε ευρωπαϊκά προγράμματα έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης. Είναι αξιοσημείωτο ότι ελληνική εταιρεία έχει αναπτύξει και παρασκευάζει προϊόντα νανοδομημένων επικαλύψεων ευρείας κατανάλωσης, στην κατηγορία των δομικών υλικών, με σημαντική εξαγωγική δραστηριότητα.

## Νανοκατάλυση

Νανοκατάλυση ονομάζεται το ραγδαία αναπτυσσόμενο πεδίο που περιλαμβάνει την χρήση νανοϋλικών ως καταλυτών για διάφορες εφαρμογές ομογενούς ή ετερογενούς κατάλυσης. Κύριος σκοπός της έρευνας στη νανοκατάλυση είναι η παρασκευή καταλυτών με εκλεκτικότητα 100%, εξαιρετικά υψηλή ενεργότητα, χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και μεγάλο χρόνο ζωής. Αυτά μπορούν να επιτευχθούν μόνο μέσω του ακριβούς ελέγχου του μεγέθους, του σχήματος, της κατανομής μεγεθών, της σύστασης και της ηλεκτρονιακής δομής της επιφάνειας και της θερμικής και χημικής σταθερότητας των ιδιαίτερων νανοδομημάτων.

Στον τομέα της νανοκατάλυσης αφ' ενός αναμένονται συναρπαστικές ευκαιρίες τόσο στη χημική βιομηχανία όσο και στις διεργασίες διύλισης, αλλά αφ' ετέρου εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις στην ανάπτυξη των βέλτιστων καταλυτών για βιομηχανικές εφαρμογές. Η ανάπτυξη του πεδίου της νανοκατάλυσης την τελευταία δεκαετία είναι εκρηκτική τόσο για εφαρμογές ομογενούς όσο και για εφαρμογές ετερογενούς κατάλυσης με τα νανοσωματίδια να έλκουν περισσότερο το ενδιαφέρον, λόγω του μεγάλου λόγου επιφάνειας προς όγκο σε σχέση με τα μεγαλύτερων διαστάσεων υλικά. Οι νανοκαταλύτες μπορούν χρησιμοποιηθούν σε διεργασίες διύλισης πετρελαίου, σε αντικατάσταση καταλυτών πολυτίμων μετάλλων, για την παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων, όπως ενδιάμεσων για την παραγωγή πρωτεϊνών και βιταμινών. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διεργασίες επεξεργασίας νερού με φίλτρα, σε διεργασίες επεξεργασίας λυμάτων βιομηχανικής και οικιακής προέλευσης και για παρασκευή επικαλύψεων με ειδικές ιδιότητες: αποδόμηση ρύπων, αντιβακτηριακές, κ.ά.

Στην Ελλάδα υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα από ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς φορείς, ενώ συνολικά υλοποιούνται 17 έργα στο 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο με συμμετοχή Ελληνικών οργανισμών και 6 έργα ΕΣΠΑ. Ένας μικρός μόνον αριθμός Ελληνικών επιχειρήσεων έχουν συμμετοχή σε προγράμματα έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης. Η ολοκλήρωση στο παραγωγικό ιστό των δυνατοτήτων της τεχνολογίας αιχμής των νανοκαταλυτών απαιτεί μερική μόνον τροποποίηση-αναβάθμιση των υφιστάμενων υποδομών της βιομηχανίας. Με συνεχή, στοχευμένη και συστηματική συνεργασία των επιχειρήσεων με τα ερευνητικά και ακαδημαϊκά ιδρύματα είναι δυνατόν οι τροποποιήσεις αυτές να μπορέσουν να αποσβεστούν σύντομα με την αναβάθμιση των παραγομένων προϊόντων και υπηρεσιών.



Πώς ένα γραμμάριο Παλλαδίου, Χρυσού, Λευκοχρύσου ή Ρουθηνίου, κατάλληλα δισεπαρμένο μέσα σε πέντε γραμμάρια οργανικής νανοδομής ή ανόργανου πορώδους νανοϋλικού παύει να συμπεριφέρεται ως ευγενές μέταλλο και μετατρέπεται σε νανοκαταλύτη με εντυπωσιακές δυνατότητες;

Το έργο NANOCAT, μία προσπάθεια από οκτώ εταίρους από όλη την Ευρώπη, που ολοκληρώθηκε το 2011 (με χρηματοδότηση από το Πρόγραμμα NMP της ΕΕ), ύστερα από συσσωρευμένη προσπάθεια 500 ανθρωπομηνών, και τη βελτιστοποίηση συνδυασμών μετάλλων με διαφορετικά οργανικά ή ανόργανα νανοϋποστρώματα και μέσω πολλών διαφορετικών συνθετικών διαδικασιών, κατέληξε στην ανάπτυξη υψηλής εκλεκτικότητας και σταθερότητας μεταλλικών νανοσωματιδίων διαμέτρου 1-10 νανομέτρων για χρήση τους ως νανοκαταλυτών σε ενδιάμεσα στάδια σύνθεσης βελτιωμένων φαρμακευτικών προϊόντων, υγιεινών προσθέτων στα τρόφιμα, αρωμάτων και άλλων εξειδικευμένων χημικών. Από ελληνικής πλευράς στο έργο συμμετείχε η Ομάδα Υβριδικών Νανοδομών του ΙΤΕ-ΙΗΔΛ, η οποία ανέπτυξε και χαρακτήρισε τους νανοκαταλύτες μέσα στις οργανικές νανοδομές (π.χ. νανοκαταλύτες λευκοχρύσου εντός νανοπηκτωμάτων, όπως στο Σχήμα).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε Ειδική Έκδοση [G. Hernandez, S. Bowadt, and J. L. Vallés, "Novel materials and sustainable chemistry. A decade of EU-funded research", DG Research, 2008] εκθείασε την σύλληψη του (υπό εξέλιξη τότε) έργου NANOCAT υπογραμμίζοντας τις τεράστιες δυνατότητες που ανοίγονται με την νανοκατάλυση για την χημική βιομηχανία μέσω της σημαντικής βελτίωσης τόσο της παραγωγικότητάς της όσο και της ποιότητας των προϊόντων της με τελικό στόχο την αειφόρο ανάπτυξη.





Ο τομέας της Νανοτεχνολογίας, λόγω της καθαρά τεχνολογικής / επιστημονικής του φύσης, απαιτεί άρτια εκπαιδευμένο επιστημονικό προσωπικό. Αλλά και λόγω του διεπιστημονικού του χαρακτήρα και της ευρύτητας των εφαρμογών του, απαιτεί στελέχη με υπόβαθρο σε αρκετές θετικές επιστήμες.

Οι εξειδικευμένες δεξιότητες που απαιτούνται για την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στις επιχειρηματικές δραστηριότητες, αφορούν κατά βάση μηχανικούς, φυσικούς, χημικούς, βιολόγους και συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Επιστημονική κατάρτιση και τεχνολογική γνώση για διατάξεις και υλικά που επιτρέπουν τη σχεδίαση και κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων σε μικρότερο μέγεθος με αύξηση της απόδοσης και μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης την κατασκευή ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και ηλεκτρονικών πλακετών, εξοπλισμού τηλεπικοινωνιών και ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης, οργάνων και συσκευών μέτρησης και δοκιμών με γνωστικό υπόβαθρο στην φυσικοχημεία, την τεχνολογία λειτουργικών υλικών, την ηλεκτρονική.
- Βαθεία γνώση και αντίληψη της επιστήμης της φωτονικής με επιστημονικό υπόβαθρο στη φυσική, την οπτική, την φασματοσκοπία και την επιστήμη των υλικών.
- Συνδυαστική γνώση υλικών και βιολογίας, γεωπονίας και φαρμακολογίας, εμβιομηχανικής και βιοτεχνολογίας/ιατρικής, φωτονικής, χημείας, βιοφυσικής, αλλά και υπολογιστικής μηχανικής.
- Γνώση φυσικής, χημείας και τεχνολογίας των υλικών, των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων τους καθώς και των τεχνικών και σύνθεσης, ελέγχου και παραγωγής τους σε διάφορες κλίμακες και διαστάσεις.
- Γνώση υλικών και διεργασιών κατάλυσης, χημικών διεργασιών με γνωστικό υπόβαθρο στην οργανική και ανόργανη χημεία, τεχνολογία πολυμερών.

Να σημειωθεί ότι εκτός από τις εξειδικευμένες δεξιότητες που συσχετίζονται με την νανοτεχνολογία, είναι εξίσου απαραίτητη μία σειρά οριζόντιων δεξιοτήτων για την ανάπτυξη σύγχρονης επιχειρηματικότητας: διοικητικές και οργανωτικές ικανότητες, ευρεία αντίληψη του ανταγωνισμού και της αγοράς, γνώση σχεδιασμού νέων προϊόντων, αντίληψη κοινωνικών τάσεων και καταναλωτικών προτιμήσεων, ικανότητα μετάδοσης τεχνικών γνώσεων στους υφισταμένους, γνώση marketing / προώθησης και επικοινωνίας, ικανότητες project management, ικανότητα οικονομοτεχνικής αξιολόγησης.



Η Ενημερωτική Έκθεση 2011 στον Τεχνολογικό Τομέα «Νανοτεχνολογία» εκπονήθηκε από το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας για λογαριασμό του ΣΕΒ και της Ανώνυμης Εταιρείας Αναπτυξιακών Δράσεων Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας, στο πλαίσιο υλοποίησης του έργου «Ανάπτυξη Δικτύου Επιχειρηματικής και Τεχνολογικής Πληροφόρησης». Το έργο συγχρηματοδοτείται από το επιχειρησιακό πρόγραμμα «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού» στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007-2013.



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης