



*Σύγχρονες Επιχειρήσεις, Σύγχρονη Ελλάδα*

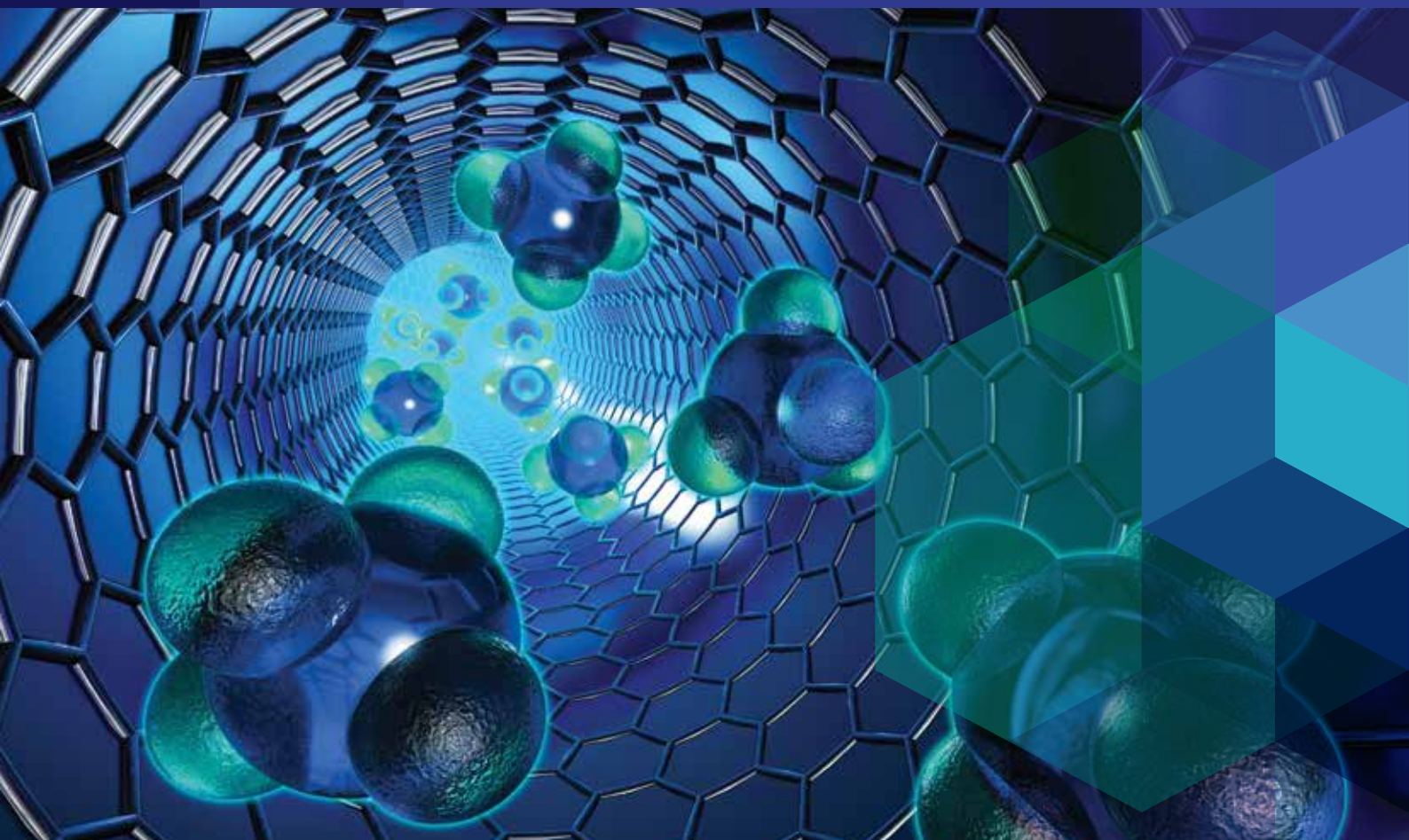
# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

&

# ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

## ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

## ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΑΓΟΡΕΣ



ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ

2013



Η Ενημερωτική Έκθεση 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



Η σημαντική ενίσχυση του μεριδίου της βιομηχανικής παραγωγής στο ΑΕΠ της Ευρώπης έχει αναδειχθεί σε στρατηγικό άξονα πολιτικής.

Στη χώρα μας η ανάγκη αυτή είναι πολλαπλά μεγαλύτερη. Για να επιτευχθεί αυτό, ο ΣΕΒ πρότεινε την υιοθέτηση κυβερνητικού οργάνου που θα προωθήσει μια **νέα και αποτελεσματική βιομηχανική πολιτική με έμφαση στην ενθάρρυνση της καινοτομίας στο σύνολο των επιχειρήσεων και της οικονομίας και με μοχλό τη συνεργασία επιχειρήσεων μεταξύ τους και με τα σημεία παραγωγής γνώσης.**

Ο ΣΕΒ έχει συγκροτήσει μηχανισμό αποτύπωσης των τεχνολογικών προτεραιοτήτων της χώρας με τρόπο πρακτικό που συμβάλλει στον εντοπισμό εστιών παραγωγής καινοτομίας από ελληνικές επιχειρήσεις και ερευνητές (Δίκτυο Επιχειρηματικής και Τεχνολογικής Πληροφόρησης). Το Δίκτυο, το οποίο αποτελούν έγκυροι εμπειρογνώμονες από την επιχειρηματική και ερευνητική κοινότητα έχει εντοπίσει βασικές τεχνολογίες αιχμής για την ελληνική οικονομία.

Το Δίκτυο προχώρησε περαιτέρω στη διατύπωση των μεταξύ τους σχέσεων και της αναγκαίας συνέργειας που θα απαντήσει σε ανάγκες συγκεκριμένων **νέων δυναμικών αγορών**. Σύνοψη των σχετικών ευρημάτων του Δικτύου που αφορούν την περιοχή της νανοτεχνολογίας παρουσιάζεται στην ενημερωτική έκθεση που ακολουθεί.

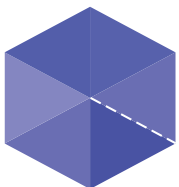
Ο ΣΕΒ εκτιμά ότι κρίσιμο σημείο για το σχηματισμό βιομηχανικού ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος είναι η ανίχνευση των δυνατοτήτων συνεργειών μεταξύ έρευνας και βιομηχανίας στην Ελλάδα. Με βάση αυτήν την προσέγγιση είναι δυνατόν να εντοπισθούν οι ομάδες τεχνολογιών που συνιστούν κρίσιμες επενδυτικές προτεραιότητες.

Η στήριξη πρωτοβουλιών με τις παραπάνω ομάδες τεχνολογιών αιχμής, μπορεί να αποτελέσει βάση για τη χάραξη προτεραιοτήτων βιομηχανικής πολιτικής της χώρας και εργαλείο για την εκπόνηση ουσιαστικών προτάσεων έξυπνης εξειδίκευσης.

Ο ΣΕΒ εκπροσωπώντας τις σύγχρονες οργανωμένες επιχειρήσεις, 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 στην οριοθέτηση των τεχνολογικών προτεραιοτήτων της ελληνικής οικονομίας.

*Χάρης Κυριαζής*

*Εκτελεστικός Αντιπρόεδρος ΣΕΒ*



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

## ΜΕΡΟΣ Α: ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

### Η ΕΠΟΧΗ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**Μία ιστορική ομιλία του Richard Feynman**

**Μία περισσότερο τεχνική προσέγγιση**

### Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΥΝ ΤΙΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ – ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

**Η νανοτεχνολογία και οι κοινωνικές προκλήσεις**

**Προκλήσεις και Διλήμματα**

### Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

### ΤΑ ΚΛΕΙΔΙΑ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ: ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

**ΝΑΝΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ**

**ΝΑΝΟΦΩΤΟΝΙΚΗ**

**ΝΑΝΟ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΝΑΝΟΔΟΜΕΣ**

**ΝΑΝΟΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

## ΜΕΡΟΣ Β: ΑΓΟΡΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

### Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ

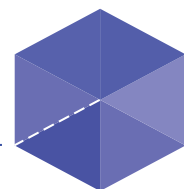
### Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

### Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

### Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΝΑΝΟΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

### ΚΑΘΑΡΟ ΝΕΡΟ

### Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΒΙΟ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ



## Η ΕΠΟΧΗ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

### Μία ιστορική ομιλία του Richard Feynman

Η πρώτη αναφορά σε ιδέες που σχετίζονται με αυτό που σήμερα ορίζουμε ως νανοτεχνολογία έγινε στην ομιλία του φυσικού Richard Feynman με τίτλο «Plenty of Room at the Bottom», την οποία έδωσε στο συνέδριο της Αμερικάνικης Ένωσης Φυσικής στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Καλιφόρνιας στις 29-12-1959. Σε αυτήν αναρωτήθηκε γιατί δεν θα μπορούσαμε άραγε να γράψουμε όλη την εγκυκλοπαίδεια “Μπριτάνικα” πάνω στο κεφάλι μιας καρφίτσας. Μιλώντας για τα προβλήματα του χειρισμού και ελέγχου της ύλης σε πολύ μικρή κλίμακα ανέπτυξε το συλλογισμό του για

το πόσο μακριά μπορεί να φτάσει η σμίκρυνση των πραγμάτων. Υπάρχει πράγματι περισσότερος χώρος “εκεί κάτω”. Μπορούμε πράγματι να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε συσκευές σε επίπεδο ατομικών διαστάσεων; Η νανοτεχνολογία επιτρέπει τη δημιουργία υλικών και συσκευών σε κλίμακα 80.000 φορές μικρότερη από μια ανθρώπινη τρίχα. Προχωρά δε πολύ πιο πέρα από την επιδίωξη σμίκρυνσης των συσκευών, επιδιώκοντας την μελέτη και κατανόηση της συμπεριφοράς της ύλης στις ελάχιστες διαστάσεις της.

Ένας ακριβής ορισμός της έχει ασυνήθιστη δυσκολία. Συνηθέστερα περιγράφεται ως «η μελέτη για τον χειρισμό της ύλης στην νανοκλίμακα. Γενικά, η νανοτεχνολογία έχει να κάνει με δομές μεγέθους μεταξύ 1 και 100 νανομέτρων στη μία τους τουλάχιστον διάσταση, και με την ανάπτυξη υλικών, δομών ή συσκευών αυτών των διαστάσεων»

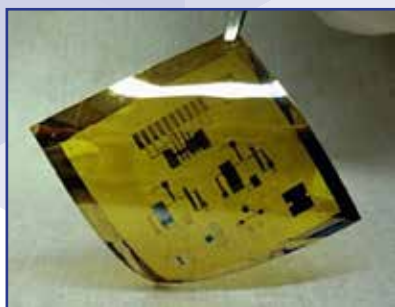
### Μία περισσότερο τεχνική προσέγγιση

Αυτό που καθιστά τη νανοτεχνολογία σημαντική είναι ότι η ύλη σε αυτήν την κλίμακα παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά με την ενεργοποίηση διαφορετικών ιδιοτήτων από ότι στη μακροκλίμακα.

Καθίσταται επομένως δυνατή η παραγωγή νέων, νανοβασισμένων, υλικών με δομική και λειτουργική υπεροχή (αντοχή στη μηχανική καταπόνηση, ιδιαίτερες φυσικοχημικές, ηλεκτρομαγνητικές και οπτικές ιδιότητες).

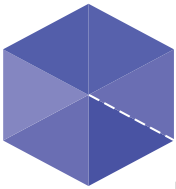
Πέρα από τις γνωστές εφαρμογές της νανοτεχνολογίας που αφορούν ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών

εφαρμογών, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι το πραγματικά ρηξικέλευθο δυναμικό της έγκειται στη σύγκλιση πολλών επιστημονικών περιοχών – χημεία, φυσική, βιολογία, μηχανική. Κατ’αυτήν την έννοια η νανοτεχνολογία αποτελεί μία κρίσιμη οριζόντια τεχνολογία που συγκεντρώνει τα νανο-υλικά, τις νανοδομές, τις διεργασίες παραγωγής τους, διαμόρφωσης ή χαρακτηρισμού τους, και τα εργαλεία που μπορούν να λειτουργούν στην νανοκλίμακα.



*Η Νανοτεχνολογία επιτρέπει την δημιουργία “εξωτικών” μέχρι σήμερα υλικών όπως εύκαμπτα ηλεκτρονικά και υπερυδροφοβικά υφάσματα.*



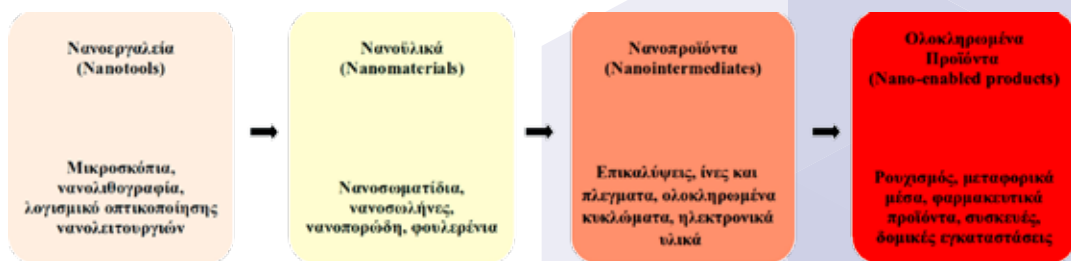


## Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Με τα ισχύοντα δεδομένα δεν είναι σαφή τα όρια ή ο ενιαίος χαρακτήρας μίας βιομηχανίας της νανοτεχνολογίας. Αυτή μπορεί να οριστεί ως το σύνολο των δραστηριοτήτων που εστιάζουν στη μεταφορά των διαδικασιών, των εργαλείων, των υλικών, των διατάξεων και των συστημάτων που σχετίζονται με τη νανοτεχνολογία, στην αγορά. Η επιχειρηματικότητα στην νανοτεχνολογία ξεκινά στο εργαστήριο με τη σχεδίαση ιδανικών δομών στους υπολογιστές (υπολογιστική μηχανική), προσομοίωση των ιδιοτήτων τους με τη βοήθεια αριθμητικής ανάλυσης και ισχυρών υπολογιστικών συστημάτων, παραγωγή πρωτοτύπων, επικύρωση των διεργασιών σε βιομηχανικές κλίμα-

κας πρότυπα, πιστοποίηση ιδιοτήτων, και συνεχίζεται στην παραγωγή της πρώτης ύλης σε βιομηχανική πλέον κλίμακα.

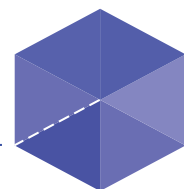
Η οικονομία των νανοτεχνολογιών διακρίνει τέσσερις κατηγορίες δραστηριότητας σχετιζόμενων με τη νανοτεχνολογία: επιχειρήσεις που αναπτύσσουν επιστημονικό εξοπλισμό-“εργαλεία”, επιχειρήσεις που παράγουν νανοϋλικά τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν περαιτέρω, επιχειρήσεις που δημιουργούν νανοπροϊόντα και επιχειρήσεις που παράγουν ολοκληρωμένα προϊόντα με ενσωμάτωση προϊόντων νανοτεχνολογίας με ειδικές ιδιότητες.



Η νανοτεχνολογία είναι μία ποικιλόμορφη, πολυθεματική και οριζόντια κατηγορία που καλύπτει μία ευρεία περιοχή εφαρμογών. Αφενός αντικαθιστά άλλες τεχνολογίες, π.χ. στο πεδίο των υλικών ή της μικροηλεκτρονικής. Αφετέρου, η νανοτεχνολογία διαθέτει το δυναμικό να ανοίξει νέες ανεξερεύνητες αγορές μέσω καινοτόμων προϊόντων. Η νανοτεχνολογία επηρεάζει άμεσα και έμμεσα, με τη δυνατότητα εφαρμογής καινοτομιών, σχεδόν όλους τους κλάδους της βιομηχανικής δραστηριότητας: τρόφιμα, κλωστοϋφαντουργία, χημικά, φαρμακευτικά και βιοτεχνολογικά, ελαστικά/πλαστικά, υλικά όπως ξύλο-χαρτί, γυαλί-κεραμικά-τσιμέντο και μέταλλα, μηχανολογικό εξοπλισμό, ηλεκτρονικά, αναλυτικές συσκευές, αυτοκινητοβιομηχανία, κ.ά.

**Αποτελεί de facto μία τεχνολογική περιοχή-κλειδί, που επηρεάζει οριζόντια το σύνολο της βιομηχανικής δραστηριότητας.**

Επίκαιρες εφαρμογές συγκεντρώνονται στην περιοχή της νανοηλεκτρονικής (π.χ. πιεζοηλεκτρικά, τεχνολογίες χημικής/φυσικής εναπόθεσης ατμών, αποτυπωτές λιθογραφίας). Άλλες εφαρμογές αποτελούν τα νανοϋμεία στις οθόνες υπολογιστών, δενδρομερή σε φαρμακευτικά προϊόντα, επιστρώματα ανθεκτικά σε χάρση, συστήματα διύλισης νερού βασισμένα σε νανομεμβράνες, κρυσταλλοτρίοδοι (τρανζίστορ) νανοκλίμακος, νανοσωλήνες άνθρακα για την παραγωγή ελαφρότερων και σκληρότερων υλικών. Πολλές, δε, άλλες εφαρμογές θεωρείται πως βρίσκονται στο στάδιο των πρωτοτύπων ή ένα βήμα πριν την έξοδο στην αγορά.



## ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΥΝ ΤΙΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ – ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

### Η νανοτεχνολογία και οι κοινωνικές προκλήσεις

Ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών προκλήσεων σε ευρωπαϊκό επίπεδο εκτιμάται ότι θα απαιτήσουν βιώσιμες λύσεις μέσα στην επόμενη δεκαετία: η κλιματική αλλαγή, η διασφάλιση της ενεργειακής καθώς και της διατροφικής επάρκειας, τα αποθέματα νερού, η γήρανση του πληθυσμού, η απασχόληση, η ασφάλεια...

#### Βιώσιμη παροχή ενέργειας

Οι σημερινές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η υδροηλεκτρική, αιολική, ηλιακή, γεωθερμική μπορεί να μην είναι σε θέση να καλύψουν τις μελλοντικές ανάγκες σε ενέργεια. Ωστόσο, η νανοτεχνολογία θα μπορούσε να συμβάλει καθοριστικά στην επίλυση σημαντικών προβλημάτων διαχείρισης συμβατικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Νέες τεχνολογικές περιοχές στην παραγωγή ενέργειας συνδέονται άμεσα με την έρευνα και τις εξελίξεις στη νανοτεχνολογία :

- Παραγωγή θερμοηλεκτρικής ή ενέργειας από απόβλητα.
- Κατασκευή ηλιακών κελιών με χρήση διαφανών και ελαστικών νανο-δομημένων αγώγιμων επιφανειών.
- Αποτελεσματικότερη αποθήκευση ενέργειας με χρήση νέων νανοδομημένων υλικών μπαταριών.
- Ανάπτυξη αποδοτικών κελίων καυσίμου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ελεγχόμενων ηλεκτροχημικών διεργασιών.
- Παραγωγή υδρογόνου με φωτόλυση για χρήση του σε κελιά καυσίμου.
- Βελτίωση της αποδοτικότητας των αιολικών γεννητριών με χρήση νανο-υλικών και νέου σχεδιασμού.

Η νανοτεχνολογία, ως κρίσιμη οριζόντια τεχνολογία, αποτελεί κλειδί για τις τεχνολογικές απαντήσεις στα μεγάλα Ευρωπαϊκά κοινωνικά θέματα. Μπορεί να παράσχει λύσεις σε προβλήματα σχετικά με την ποιότητα ζωής, την προστασία του περιβάλλοντος, την κοινωνία της πληροφορίας, την υγεία και την φαρμακευτική ανακάλυψη.

#### Νανοτεχνολογία και Περιβάλλον

Στον τομέα του περιβάλλοντος παρατηρείται ευρεία εφαρμογή μεθόδων και πρακτικών που βασίζονται στην νανοτεχνολογία όπως:

- Κατεργασία νερού μέσω νανο-φίλτρασης, νανο-απορροφητικών υλικών ή νανοκαταλυτών.
- Χρήση φωτοκαταλυτικών νανο-υλικών ως μέσα καθαρισμού του αέρα.
- Ανάπτυξη καινοτόμων, οικονομικών και ευαίσθητων βιοαισθητήρων για την παρακολούθηση πληθώρας περιβαλλοντικών παραμέτρων καθώς και της μόλυνσης του περιβάλλοντος.
- Η υποκατάσταση παραδοσιακών υλικών με νέα γενιάς υλικά όπως ελαφρύτερα δομικά υλικά, νανοβασισμένα μονωτικά υλικά, ελαφρότερα υλικά οχημάτων, επιτρέπει την οικονομικότερη χρήση ενέργειας και φυσικών πόρων.

#### Υγεία και Φαρμακευτική ανακάλυψη

Νέες κλινικές διαγνωστικές και θεραπευτικές μέθοδοι, καθώς και νέες προσεγγίσεις στην φαρμακευτική ανακάλυψη βασίζονται στις εξελίξεις της νανοτεχνολογίας.

- Επιτρέπει την σύνθεση καινοτόμων φαρμάκων και την ανάπτυξη νέων τεχνικών και συστημάτων χορήγησης φαρμάκων.
- Ανοίγει νέους δρόμους στην in-vivo απεικόνιση, στην διάγνωση, με χρήση νέων βιοαισθητήρων και βιοαντιδραστηρίων καθώς και στην μη επεμβατική χειρουργική.
- Η αναγεννητική ιατρική χρησιμοποιεί νανο-υλικά στην σύνθεση βιοαποικοδομήσιμων πλεγμάτων για την ανάπτυξη βιολογικών ιστών.

## Προκλήσεις και Διλήμματα

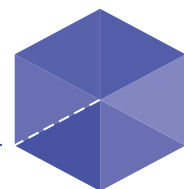
Η κύρια πρόκληση για τη νανοτεχνολογία έγκειται ακριβώς στο ότι είναι μία οριζόντια τεχνολογική περιοχή. Επίσης είναι μία νέα περιοχή. Η μετάφραση των αποτελεσμάτων της έρευνας σε προϊόντα πρέπει όχι μόνο να καλύψει την απόσταση μεταξύ έρευνας-παραγωγής αλλά και να κινητοποιήσει δυναμικά παίκτες από διαφορετικές αλυσίδες αξίας και βιομηχανικούς τομείς.

Η νανοτεχνολογία είναι εξ ορισμού ένα τεχνολογικό πεδίο που απαιτεί ολοκληρωμένες προσεγγίσεις από μία πληθώρα επιστημονικών, και τεχνικών τομέων.

Λόγω της ιδιαίτερης φύσης της, βρίσκεται μπροστά σε σημαντικές προκλήσεις:

- Αναγκαιότητα συντονισμού και συνέργειας πολλών δημόσιων οργανισμών και φορέων. Αναγκαιότητα ύπαρξης στρατηγικής για την διοχέτευση πόρων και επενδυτικών κεφαλαίων.
- Το ρυθμιστικό περιβάλλον βρίσκεται μπροστά στην ανάγκη να προσαρμοστεί σε νέες κατηγορίες υλικών. Σημαντικά ζητήματα ασφάλειας, ορισμών, προτυποποίησης εγείρονται σχετικά με τα νανο-υλικά. Η μη ολοκλήρωση του ρυθμιστικού πλαισίου έχει επιπτώσεις στο επενδυτικό τοπίο. Σημαντικό βήμα στη συζήτηση σχετικά με την ασφάλεια αποτελεί η υιοθέτηση από την ΕΕ ενός πλαισίου για στοχευμένη έρευνα στο πεδίο αυτό.





## Η ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Πρόσφατες εκτιμήσεις για την αγορά προϊόντων νανοτεχνολογίας προβλέπουν ταχεία αύξηση των εργασιών την επόμενη δεκαετία.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αγορά νανοτεχνολογίας είναι ήδη πολύ μεγάλη: Σύμφωνα με την έρευνα *Nanotechnology: A Realistic Market Assessment*, BCC Research, Σεπτέμβριος 2012, η αγορά νανοτεχνολογίας που αφορά νανοεργαλεία, νανοϋλικά και νανοπροϊόντα (οι τρεις πρώτοι κρίκοι της οικονομίας της νανοτεχνολογίας) αναμενόταν να φτάσει τα 20,7 δισ. δολάρια το 2012, ενώ η αγορά των ολοκληρωμένων προϊόντων που ενσωματώνουν νανοτεχνολογία αναμένεται να φτάσει τα 3,3 τρισ. δολάρια μέχρι το 2018, καλύπτοντας ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών κλάδων (χημικά, φαρμακευτικά, ηλεκτρονικά, αεροδιάστημα, άμυνα, υλικά κλπ.).

Αν και έως τώρα οι προβλέψεις έχουν αποδειχθεί υπεραισιόδοξες και ποικίλουν σημαντικά, αντικατοπτρί-

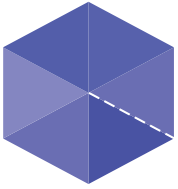
ζοντας διαφορετικούς ορισμούς της αγοράς νανοτεχνολογίας, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η ζήτηση για προϊόντα νανοτεχνολογίας θα αυξηθεί κατά τα προσεχή χρόνια με ρυθμούς ταχύτερους από τη συνολική μεγέθυνση της αγοράς.

Στην Ελλάδα, παρ' όλο που δεν εντοπίζεται αμιγώς νανοτεχνολογική παραγωγή ολοκληρωμένων προϊόντων, επιχειρήσεις από πιο «παραδοσιακού» κλάδους συνάπτουν συνεργασίες με ερευνητικές ομάδες για την ανάπτυξη νέων προϊόντων με ενσωμάτωση νανοτεχνολογικών λύσεων π.χ. ορυκτά – S&B ([www.sandb.gr](http://www.sandb.gr)) Βιομηχανικά Ορυκτά, χημικά – Λουφάκης Χημικά ([www.loufakis.gr](http://www.loufakis.gr)), πλαστικά – INTERPLAST ([www.interplast.gr](http://www.interplast.gr)), σύνθετα υλικά – INASCO ([www.inasco.com](http://www.inasco.com)), δομικά υλικά - Nanophos ([www.nanophos.com/gr](http://www.nanophos.com/gr)).

### Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνώρισε από το 2004 ότι οι νανοεπιστήμες και οι νανοτεχνολογίες συνιστούν νέες προσεγγίσεις στην έρευνα και την ανάπτυξη που αποτελούν το θεμέλιο πολλών πρακτικών εφαρμογών και διαθέτουν το δυναμικό για περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας της ζωής, την προστασία του περιβάλλοντος και την τόνωση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής βιομηχανίας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ανακοίνωσε στο τέλος του 2012 τη χρηματοδότηση της έρευνας του γραφενίου με 1 δισ. Ευρώ για την επόμενη δεκαετία, επιδιώκοντας την αξιοποίησή του σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, από τον τομέα της ενέργειας και των μεταφορών μέχρι τις κατασκευές και την υγεία. Το «ΓΡΑΦΕΝΙΟ» προσδιορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως ένα μελλοντικό και ανερχόμενο τεχνολογικό ορόσημο (Future and Emerging Technologies Flagship). Με την αναγγελία αυτή η Ευρώπη προωθεί ένα νέο τύπο συνεργατικής και συντονισμένης ερευνητικής πρωτοβουλίας πρωτοφανούς έκτασης. Από την αρχή του 2013, το «ΓΡΑΦΕΝΙΟ» συντονίζει τις προσπάθειες 74 ακαδημαϊκών και βιομηχανικών φορέων και συνολικά 126 ερευνητικών ομάδων σε 17 Ευρωπαϊκές χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Από ελληνικής πλευράς, συμμετέχουν: το **Κέντρο Γραφενίου του ΙΤΕ-Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής** ([www.graphene.forth.gr](http://www.graphene.forth.gr)), το οποίο ερευνά τις ιδιότητες συνθέτων υλικών με γραφένιο για εφαρμογές υψηλής απόδοσης, το **Εργαστήριο Υπολογιστικής Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων** ([www.uoi.gr](http://www.uoi.gr)), το οποίο ερευνά τις οπτικοηλεκτρονικές εφαρμογές του γραφενίου και το **Κέντρο Φωτονικής και Τεχνολογίας των Υλικών του ΤΕΙ Κρήτης** ([www.teicrete.gr](http://www.teicrete.gr)), το οποίο εστιάζει στις ενεργειακές εφαρμογές του γραφενίου.



## ΤΑ ΚΛΕΙΔΙΑ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ: ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

### ΝΑΝΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

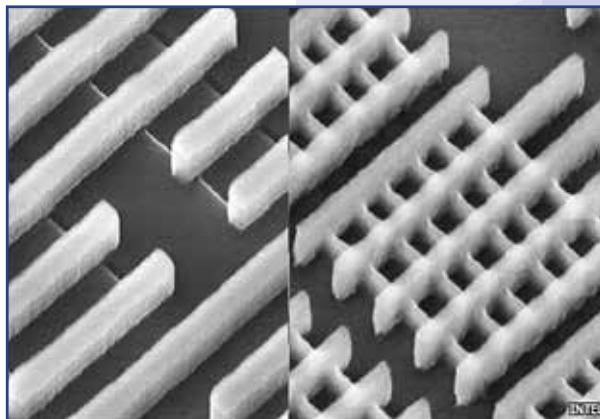
Οι ψηφιακές τεχνολογίες άλλαξαν τελείως τον τρόπο εργασίας και ζωής τα τελευταία χρόνια. Η εντεινόμενη ανάγκη για ακόμα μικρότερα, φθηνότερα και λιγότερο ενεργοβόρα ηλεκτρονικά οδηγεί σε διατάξεις ημιαγωγών σε νανοκλίμακα.

Ο όρος νανοηλεκτρονική είναι μάλλον μία ευρεία έννοια, που σημαίνει ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τομείς των ηλεκτρονικών, όπου χρησιμοποιούνται δομές στο επίπεδο των νανομέτρων. Η νανοηλεκτρονική διερευνά μεθόδους ώθησης της υπάρχουσας τεχνολογίας των ημιαγωγών (CMOS) στα απώτατα όρια σμίκρυνσης, καθώς όμως θα υπάρξει φυσικό όριο πέραν του οποίου δεν θα είναι πλέον δυνατή η περαιτέρω σμίκρυνση των διαστάσεων των ημιαγωγικών διατάξεων (λόγω, π.χ. κβαντικών φαινομένων) αναπτύσσονται δύο τάσεις τεχνολογικής εξέλιξης:

**More Moore** - αποβλέπει στην εξάντληση των ορίων της τεχνολογίας CMOS και βασίζεται κυρίως στη γεωμετρική κλιμάκωση οριζοντίων και κάθετων φυσικών μεγεθών για τη βελτίωση της πυκνότητας ολοκλήρωσης.

**More than Moore** - αναφέρεται σε σύνολο τεχνολογιών που επιτρέπουν μη ψηφιακές μικρο/νανοηλεκτρονικές λειτουργίες, με χρήση νέων αρχιτεκτονικών δομών.

Η νανοηλεκτρονική στρέφεται εντατικά στις τεχνολογίες ετερογενούς ολοκλήρωσης ώστε να οικοδομεί ετερογενή στοιχεία – μνήμες, ψηφιακά κυκλώματα, αναλογικά κυκλώματα, κυκλώματα ισχύος, αισθητήρες, διόδους, συστήματα RF, κ.λπ. - σε μορφή εγκιβωτισμένου συστήματος (system in package-SiP ή system on chip-SoC).



*Η τεχνολογία Tri-Gate της Intel στα 22nm που επιτρέπει τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τους επεξεργαστές της.*

Προϊόντα νανοηλεκτρονικής είναι ήδη διαθέσιμα από πολλές εταιρείες με ποικίλες εφαρμογές. Η IBM και η Intel ήδη έχουν ενσωματώσει τεχνολογία 22nm CMOS στα προϊόντα τους, ενώ ακόμα πιο προηγμένες εφαρμογές χρησιμοποιούνται σε σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας και ραντάρ. Η επίτευξη παραγω-

γής βήματος 22nm ανάμεσα σε δύο επαναλαμβανόμενα στοιχεία μίας διάταξης ημιαγωγών ήρθε να ξεπεράσει την τεχνολογία των 32nm CMOS που είχαν εφαρμόσει η Intel και η AMD στα προϊόντα τους από το 2010.

## Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

Στην Ελλάδα δραστηριοποιείται σημαντικός αριθμός εταιρειών μικροηλεκτρονικής με αξιόλογη εμπειρία και δραστηριότητες είτε σε σχεδίαση μικροηλεκτρονικών συστημάτων είτε σε σχεδίαση και παραγωγή για εξειδικευμένες εφαρμογές. Οι περισσότερες από τις εταιρείες αυτές οδηγούνται σταδιακά σε χρήση και ενσωμάτωση νανοηλεκτρονικής.

Τα σύγχρονα συστήματα τηλεπικοινωνιών και τηλεπαρακολούθησης (ραντάρ/ραδιομετρική) απαιτούν αυξανόμενη πολυπλοκότητα (αριθμός ζωνών συχνότητας, αυξημένο εύρος ζώνης και υψηλότερες συχνότητες) για καλύτερη απόδοση και μεταφορά δεδομένων, με ταυτόχρονη απαίτηση για μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, σμίκρυνση συστημάτων και χαμηλότερο συνολικό κόστος. Ιδιαίτερα ελκυστικοί για μικροκυματικές εφαρμογές, λόγω της ικανότητάς τους να διαχειρίζονται πολύ μεγάλη ηλεκτρική ισχύ σε υψηλότερες συχνότητες, είναι οι ημιαγωγοί ευρέος φάσματος από III-νιτρίδια (όπως GaN, AlGaN και AlN). Κρίσιμο παράγοντα αποτελεί το υπόστρωμα πάνω στο οποίο έχουν αναπτυχθεί. Το ιδανικότερο υπόστρωμα είναι ο αδάμαντας, ο οποίος όμως παρουσιάζει σοβαρές δυσκολίες στην ανάπτυξη αξιοποιήσιμου ημιαγωγικού υλικού.

Το Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής & Λείζερ (ΙΗΔΛ) του Ιδρύματος Τεχνολογίας & Έρευνας (ΙΤΕ) ([www.iesl.forth.gr](http://www.iesl.forth.gr)) έχει αναπτύξει μια μέθοδο που καθιστά δυνατή την επιτυχή ανάπτυξη διατάξεων III-Νιτρίδιων πάνω σε υποστρώματα μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού αδάμαντα. Η χρήση πολυκρυσταλλικού αδάμαντα έχει ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση του κόστους της τελικής διάταξης και επιτρέπει τη δημιουργία φτηνότερων και πιο αξιόπιστων ηλεκτρονικών με πολύ υψηλή ισχύ λειτουργίας.

## ΝΑΝΟΦΩΤΟΝΙΚΗ

### Το φως είναι το εργαλείο του μέλλοντος.

Η φωτονική (ή οπτοηλεκτρονική) μπορεί να περιγραφεί ως η συνάντηση τριών επιστημονικών πεδίων: της οπτικής, της πληροφορικής και της ηλεκτρονικής. Τα οπτοηλεκτρονικά συστήματα είναι διατάξεις που επιτρέπουν την παραγωγή, διαχείριση, επεξεργασία και ανίχνευση του φωτός. Η φύση, η κλίμακα και τα μήκη κύματος των εν λόγω διατάξεων ποικίλουν πάρα πολύ, φτάνοντας τα terahertz ή τις ακτίνες Χ ή Γάμα.

Η Νανοφωτονική αποτελεί επιμέρους κλάδο της Φωτονικής, όπου τα φυσικά φαινόμενα και οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης και διάδοσης των φωτονίων μέσα στην ύλη καθορίζονται από τις διαστάσεις και τις φυσικές, χημικές και δομικές ιδιότητες του υλικού σε νανοσκοπικό επίπεδο, και ερευνούνται σε μήκη κύματος επίσης σε νανοσκοπικό επίπεδο.



Οι εξελίξεις στη Νανοφωτονική αναμένεται να οδηγήσουν σε πραγματικά ταχύτατους ηλεκτρονικούς υπολογιστές

**Η φωτονική παρεμβαίνει πλέον καθοριστικά σε μεγάλους τομείς της οικονομίας επηρεάζοντας ένα ευρύ σύνολο τεχνολογιών:**

**Τηλεπικοινωνίες:** οπτικές μεταδόσεις δεδομένων, οπτικές ίνες και συστήματα οπτικών ινών

**Τεχνολογίες υγείας:** φωτονικά συστήματα ιατρικών αναλύσεων, συστήματα ιατρικής απεικόνισης, χρήση laser στην χειρουργική και τη διαγνωστική...

Η φωτονική είναι η μόνη τεχνολογία που επιτρέπει τη διάγνωση του απλού μορίου μέσα σε ένα κύτταρο. Η χρήση της επιτρέπει την ανάπτυξη απεικονιστικών τεχνικών και εργαλείων που επιτρέπουν τρισδιάστατη απεικόνιση, in vivo απεικόνιση και επέμβαση σε κυτταρικές δομές και μπορούν να ωθήσουν περαιτέρω την κατανόηση των κυτταρικών διεργασιών και την πιο έγκαιρη διάγνωση σοβαρών ασθενειών.

**Φωτισμός-Απεικόνιση:** Μακροπρόθεσμα ο φωτισμός στερεάς κατάστασης (Solid State Lighting), δηλαδή ανόργανες και οργανικές φωτο-δίοδοι (LEDs και OLEDs) καθώς και lasers, θα αποτελέσει τη φωτεινή πηγή νέας γενιάς, ακόμη και υποκαθιστώντας πλήρως τους πιο σύγχρονους λαμπτήρες πυρακτώσεως ή αερίου.

Η αντικατάσταση των οθονών καθοδικού σωλήνα από επίπεδες οθόνες είναι απλώς το πρώτο βήμα προς οθόνες πολύ πιο ελκυστικές. Οι μελλοντικές οθόνες καθώς και τα εύκαμπτα ηλεκτρονικά θα δημιουργούν ένα "έξυπνο περιβάλλον" που θα επιτρέπει την ευρεία, και περιβαλλοντικά φιλική χρήση της ηλεκτρονικής. Οι εύκαμπτες, μεγάλες αλλά χαμηλού κόστους οθόνες με ενσωματωμένα "έξυπνα" ηλεκτρονικά αποτελούν έναν οραματικό στόχο της βιομηχανίας ηλεκτρονικών που φαίνεται ότι βρίσκεται κοντά στην υλοποίησή του.

**Βιομηχανική παραγωγή και έλεγχος:** Ένα άλμα έχει ήδη συμβεί με την εισαγωγή της φωτονικής στις διεργασίες παραγωγής τόσο σε μακρο-, όσο και σε μικρο-, και πλέον και σε νανο-επίπεδο. Οι παραγωγικές διεργασίες έχουν δραστικά μεταβληθεί όσον αφορά την ευελιξία, την ακρίβεια, ποιότητα, δομή κόστους και παραγωγικότητα.

Εκτός από τις διεργασίες κοπής, διαμόρφωσης ή συγκόλλησης με χρήση laser, το πεδίο των μικρο-διεργασιών αναδύεται πλέον ως μελλοντικό πεδίο αιχμής, με τη χρήση lasers πολύ υψηλής λαμπρότητας. Η εκμετάλλευση των ιδιοτήτων του φωτονίου σε παραγωγικές διεργασίες κατασκευής ολοένα και μικροσκοπικότερων εξαρτημάτων και συσκευών αποκτά ιδιαίτερη αξία. Η μηχανική όραση αποκτά σημαίνοντα ρόλο

στις σύγχρονες βιομηχανικές διεργασίες, επιτρέποντας τη διενέργεια λεπτών εργασιών με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια, καθώς και τη μηχανική διάγνωση και προσαρμογή των μηχανικών συστημάτων. Εκτιμάται ότι μόνον ένα 20% των πιθανών εφαρμογών της έχουν διερευνηθεί ή υλοποιηθεί έως τώρα.

**Ενέργεια - Πράσινη φωτονική:** Η τεχνολογία φωτοβολταϊκών κελιών αποτελεί από τις σημαντικότερες φωτονικές εφαρμογές.

Μαζί με τον αποδοτικό φωτισμό στερεάς κατάστασης, νέες, ενεργειακά αποδοτικότερες τεχνολογίες επικοινωνιών, και καθαρότερη βιομηχανική παραγωγή με χρήση laser αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο στην προσπάθεια για εξοικονόμηση και για φιλική προς το περιβάλλον παραγωγή ενέργειας, για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, μείωση της ρύπανσης και επίτευξης βιώσιμης ανάπτυξης. Πρόκειται για την **Πράσινη Φωτονική**.

**Έλεγχος – Ασφάλεια - Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων – Αεροναυτική - Μεταφορές:** Αισθητήρες, οπτικοί αισθητήρες, φωτονικές διατάξεις μέτρησης αποκτούν κρίσιμο ρόλο στις εφαρμογές ασφαλείας, είτε πρόκειται για τη δημόσια ασφάλεια είτε για ασφάλεια στις μεταφορές. Επίσης στη μέτρηση της περιβαλλοντικής μόλυνσης αλλά και άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων, στην ανίχνευση νανοσωματιδίων και ρύπων.

**Νέα νανο-υλικά και νανο-ηλεκτρονική:** Σε γενικές γραμμές, είναι βέβαιο ότι η επιδίωξη μεγαλύτερου βαθμού ολοκλήρωσης και υψηλότερης λειτουργικότητας θα ενταθεί ακόμη περισσότερο, στο πλαίσιο της αναζήτησης προσιθιθέμενης αξίας από την ευρωπαϊκή βιομηχανία. Επιπλέον, η πρόοδος στην κβαντική οπτική και τα νέα υλικά με την ευρεία έννοια θα οδηγήσει σε σημαντικές ανακαλύψεις, πιθανότατα σε απρόσμενες περιοχές. Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών κάνει σημαντική την ανάπτυξη κυκλωμάτων με στοιχειώδεις διαστάσεις, πολύ μικρότερες από το μήκος κύματος του κενού. Αυτό είναι πράγματι και ο στόχος του ταχέως αναπτυσσόμενου κλάδου της νανοφωτονικής.

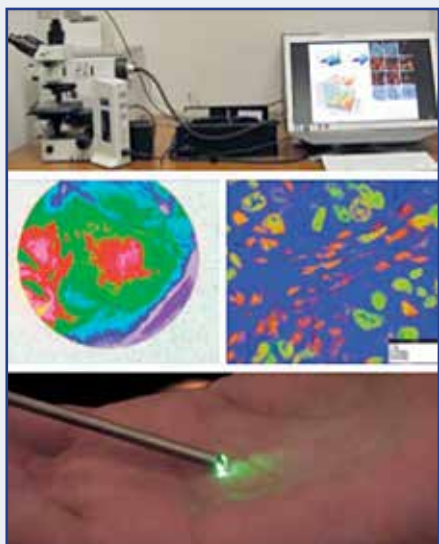
**Νέα νανο-υλικά και νανο-ηλεκτρονική:** Η πρόοδος στην κβαντική οπτική και τα νέα υλικά με την ευρεία έννοια αναμένεται να οδηγήσει σε σημαντικές ανακαλύψεις, πιθανότατα σε απρόσμενες περιοχές. Το μέλλον της φωτονικής είναι στενά συνδεδεμένο με την εξέλιξη των υλικών, όπως δείχνει η τεχνολογία



των οπτικών ινών και η πρόοδος σχετικά με τις ημιαγώγιμες ετεροδομές (Βραβείο Nobel Φυσικής 2000). Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών κάνει σημαντική την ανάπτυξη κυκλωμάτων με στοιχειώδεις διαστάσεις, πολύ μικρότερες από το μήκος κύματος του κενού. Αυτό είναι πράγματι και ο στόχος του ταχέως αναπτυσσόμενου κλάδου της νανοφωτονικής.

Σε γενικές γραμμές, είναι βέβαιο ότι η επιδίωξη μεγαλύτερου βαθμού ολοκλήρωσης και υψηλότερης λειτουργικότητας θα ενταθεί ακόμη περισσότερο, στο πλαίσιο της αναζήτησης προστιθέμενης αξίας από την ευρωπαϊκή βιομηχανία.

## Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



Το *Εργαστήριο Ηλεκτρονικής του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης* ([www.electronics.tuc.gr](http://www.electronics.tuc.gr)) έχει αναπτύξει μια καινοτόμο μέθοδο για έγκαιρη και αναίμακτη διαγνωστική. Αφορά στην πρώτη διεθνώς τεχνολογία απεικόνισης κλάσεων εκατομμυρίων φασμάτων με μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτήν του ματιού, το οποίο απλά απεικονίζει συνδυασμούς τριών χρωμάτων. Η συσκευή μπορεί να ανιχνεύει μικροδομικές και βιοχημικές αλλοιώσεις που συνοδεύουν την εξέλιξη της νόσου από την προκαρκινική στην καρκινική φάση, σε πρώιμο, θεραπεύσιμο στάδιο. Η ανίχνευση βασίζεται στην καταγραφή, ανάλυση και μοντελοποίηση της αλληλεπίδρασης φωτός συγκεκριμένων συχνοτήτων με τον ιστό, σε πολλά εκατομμύρια χωρικών σημείων. Η βιοφωτονική αυτή απεικόνιση έχει ήδη ενσωματωθεί στην ιατρική ενδοσκόπηση και μικροσκόπηση,

η δε εξέταση είναι μη επεμβατική και απόλυτα αβλαβής. Το κόστος κτήσης και χρήσης της είναι χαμηλό και προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί τόσο για τον προληπτικό έλεγχο του πληθυσμού όσο και για την έγκαιρη διάγνωση και καθοδήγηση της επιτόπιας θεραπείας. Η τεχνολογία είναι ανάμεσα στις 20 προκριθείσες υποψηφιότητες του 2ου διαγωνισμού εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας “Η Ελλάδα Καινοτομεί!”.

## NANO-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ NANOΔΟΜΕΣ

Δύο κύριες κατηγορίες ξεχωρίζουν στην οικογένεια των νανοπροϊόντων:

**Τα νανο-υλικά:** παρουσιάζουν ιδιαίτερες ιδιότητες που οφείλονται στη δομή τους στη νανοκλίμακα. Μπορεί να έχουν τη μορφή νανοσωματιδίων (νανοσωλήνων, νανοφίλς, νανοκρυστάλλων...) ή επιφανειακών λεπτών επιστρώσεων ή και διασπορών μέσα στον όγκο παραδοσιακών υλικών, οπότε μιλάμε για νανοςύνθετα υλικά. Έως τώρα οι νανοσωλήνες άνθρακα, που ανακαλύφθηκαν το 1991, αποτελούν το εμβληματικό νανο-υλικό. Η επιστημονική κοινότητα επικεντρώνεται σήμερα στο γραφένιο και τις ξεχωριστές του ιδιότητες αγωγιμότητας.

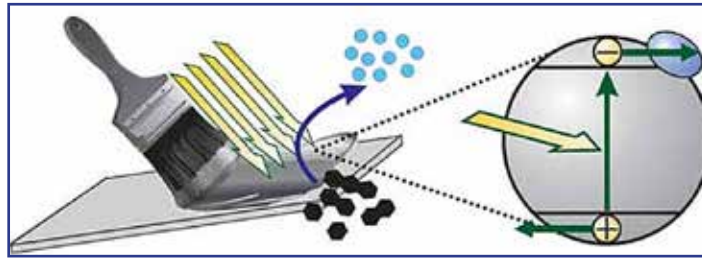
**Τα νανosuστήματα:** πρόκειται για λειτουργικές δομές στη νανοκλίμακα.

Ο σχεδιασμός κι η οργάνωση λειτουργικών υλικών και διατάξεων, βασιζόμενων σε **νανοδομικές μονάδες**, αναγνωρίζεται ως φυσική και αναπόφευ-

κτη εξέλιξη της τάσης στη βιομηχανία προϊόντων αιχμής για περαιτέρω σμίκρυνση των διαστάσεων (miniaturization) τους. Καινοφανή υλικά έχουν οργάνωση στο χώρο που ορίζεται στη νανοκλίμακα. Οι νόμοι της κβαντομηχανικής ρυθμίζουν τη λειτουργία αυτών των νανοδομών. Η εξέλιξη μεθόδων για ελεγχόμενη παραγωγή νανοϋλικών επιτρέπει την κατασκευή νέων νανosuστημάτων υψηλού επιπέδου δομικής περιπλοκότητας, ακόμη και φουτουριστικών συστημάτων όπως τα νανο-ρομπότ.

Ο τρόπος παραγωγής συνίσταται στη σύνθεση μορίων ή συστημάτων ξεκινώντας από το άτομο (bottom-up), γεγονός που επιτρέπει την προβλεψιμότητα της λειτουργίας τους, με ισχυρό αντίκτυπο σε ποικίλες εφαρμογές της καθημερινότητας, από την πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες μέχρι την ιατρική.

Η εισαγωγή της νανοτεχνολογίας στο πεδίο των επικαλύψεων μεταμορφώνει την αντίληψη των κλασικών υλικών χρώσης ή επίστρωσης.

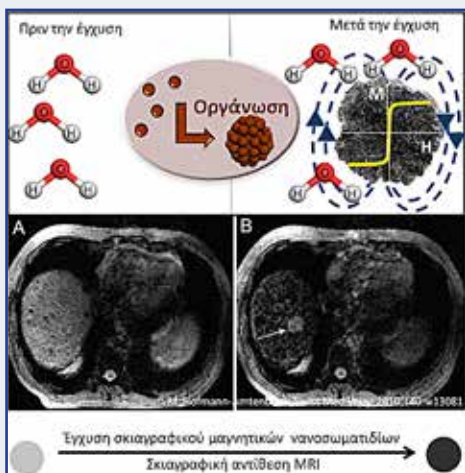


*Σήμερα είναι δυνατή η σχεδίαση νανοδομημένων επικρισμάτων που με την βοήθεια του ηλιακού φωτός και οξυγόνου βοηθούν στον καθαρισμό και την απολύμανση χώρων.*

Οι εφαρμογές λειτουργικών νανοδομών αναμένεται ότι θα φέρουν επανάσταση στην καθημερινή ζωή, επηρεάζοντας την παραγωγή, την υγεία και την ποιότητα ζωής, την παραγωγή ενέργειας, το περιβάλλον και τη διαχείρισή του, τις μεταφορές, τις τηλεπικοινωνίες, τους υπολογιστές και την τεχνολογία της πληροφορίας, την εκπαίδευση, την έρευνα, καθώς και την τέχνη

και την πολιτιστική παράδοση. Οι Λειτουργικές Νανοδομές καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος τεχνολογιών με διαφορετικό επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας. Υπάρχουν για παράδειγμα ήδη στο εμπόριο προϊόντα που περιέχουν νανοϋλικά με φωτοκαταλυτική δράση, ενώ πιο προχωρημένες τεχνολογίες βρίσκονται ακόμα στο στάδιο της πειραματικής ανάπτυξης.

## Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



Η μαγνητική τομογραφία (MRI) βασισμένη σε σκιαγραφικά μέσα προάγει την αντίθεση μεταξύ μαλακών ιστών. Ερευνητική ομάδα από το **Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Laser** στο **I.T.E.** ([www.iesl.forth.gr](http://www.iesl.forth.gr)) ανακάλυψε ότι η συγκροτημένη οργάνωση μικρών νανοσωματιδίων του οξειδίου του σιδήρου σε ελεγχόμενου μεγέθους νανοδομές, όταν λειτουργεί ως σκιαγραφικό βελτιώνει σημαντικά την αντίθεση. Σε σχέση με τα εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα, η ομοιογένεια ως προς τη χημική σύσταση, αλλά και η ομοιομορφία ως προς το μέγεθος και το σχήμα, οδηγούν σε μια συστηματικά όμοια, αλλά και ισχυρή, μαγνητική απόκριση που με τη σειρά της επιτρέπει υψηλότερη ικανότητα απεικονιστικής αντίθεσης MRI. Ακόμη η

χαμηλή τοξικότητα της νανοδομής, σε συνδυασμό με την λειτουργία της σε εφαρμογές μαγνητικής υπερθερμίας, της προσδίδουν πλεονεκτήματα όχι μόνο στην έγκαιρη διάγνωση αλλά και θεραπεία. Καρκινικοί όγκοι μπορούν να αντιμετωπιστούν σε πρώιμο στάδιο περιορίζοντας επίμονες χημικοθεραπευτικές οδούς.

## ΝΑΝΟΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η Νανοβιοτεχνολογία είναι μία ραγδαία αναπτυσσόμενη περιοχή που αφορά στην εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην κατασκευή συστημάτων, συσκευών και διατάξεων για τη μελέτη βιολογικών συστημάτων. Το πολύ μικρό μέγεθος τέτοιων συστημάτων, που είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με αυτό των βασικών βιολογικών μονάδων (κύτταρο, DNA, πρωτεΐνη), εισάγει καινούργιους νόμους αλληλεπίδρασής τους με τις βιολογικές οντότητες. Το τελευταίο θέτει τη μοναδική δυνατότητα επέμβα-

σης σε επίπεδο ενός μορίου ή κυττάρου (με μοναδικές δυνατότητες για στην ανάπτυξη στοχευμένης θεραπείας, διάγνωσης κ.λπ.), γεγονός που αναμένεται να αναμορφώσει ριζικά την εφαρμοσμένη βιολογία και την κλινική ιατρική. Συγχρόνως εισάγει κι ένα καινούργιο τομέα στις βιο-επιστήμες, σχετικά με την εφαρμογή κλασικών νόμων φυσικής και μηχανικής σε επίπεδο μικρο/νανοκλίμακας.



Περιλαμβάνει συχνά διεπιστημονικές προσεγγίσεις, π.χ. η τεχνολογία βιοαισθητήρων συνδυάζει τη φωτονική, τη χημεία, τη βιολογία, τη βιοφυσική, τη νανοϊατρική και την επιστήμη μηχανικών. Επίσης χρησιμοποιούνται ποικίλες αναλυτικές μέθοδοι και πειραματικά εργαλεία (σύνθεση και αυτοοργάνωση των συστημάτων, μικροσκοπία, διάθλαση ακτίνων Χ κ.ά.), σε συνδυασμό με αναλυτική θεωρία (στατιστική μηχανική κ.ά.) και υπολογιστικές μεθόδους (multi-scale προσομοιώσεις, κ.ά.).

Σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη εφαρμογών και παροχή υπηρεσιών υγείας όπως:

- Στοχευμένη αποδέσμευση ενεργών συστατικών που επιτρέπουν την συσσώρευση του φαρμάκου αποκλειστικά στους πάσχοντες ιστούς/όργανα.
- Μερικής ή ολικής αντικατάστασης ή ανανέωσης ιστών όπως οστών, χόνδρων, δέρματος, αγγείων, κ.α. για την αντιμετώπιση ασθενειών ή ατυχημάτων.
- Παραγωγής βιοαισθητήρων για ανίχνευση βιομορίων ή βιολογικών διεργασιών, με στόχο την πρόληψη ή/και έγκαιρη αντιμετώπιση ασθενειών (biosensors).
- In-vivo και in-vitro διάγνωσης για την έγκυρη και έγκαιρη διάγνωση ασθενειών.
- Απεικονιστικών μεθόδων για την απεικόνιση του ανθρώπινου σώματος που είναι ασφαλείς, γρήγο-

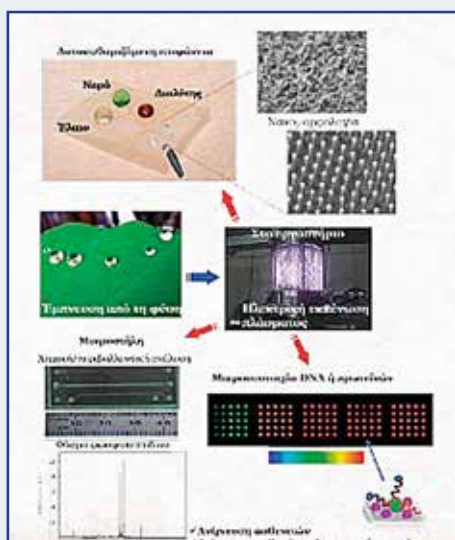
ρες και μη επεμβατικές (non-invasive) και in-vivo απεικόνισης βασισμένης σε νανοϋλικά με υπερπαραμαγνητικές, οπτικές (φθορίζουσες), μεταλλικές ή και ημιαγώγιμες ιδιότητες.

- Κατασκευής διαγνωστικών μέσων, συσκευών, χειρουργικών εργαλείων.

Η Νανοβιοτεχνολογία μπορεί ακόμη να βρει εφαρμογή π.χ. στην ανάπτυξη νέων παρασιτοκτόνων που θα απαιτούν πολύ μικρότερες ποσότητες κατά τη χρήση τους, θα στοχοποιούν συγκεκριμένα ζιζάνια και θα επιβαρύνουν ελάχιστα το περιβάλλον.

Η Νανοβιοτεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια και, παρόλο που δεν βρίσκεται σε στάδιο ωριμότητας όπως άλλες τεχνολογίες του τομέα, υπάρχει ήδη σημαντικός αριθμός προϊόντων στην παγκόσμια αγορά, τα οποία αφορούν κυρίως βιοϊατρικές εφαρμογές. Στην Ελλάδα εκδηλώνεται μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον που εστιάζεται κατά κύριο λόγο σε Εκπαιδευτικά και Ερευνητικά Κέντρα. Η επιχειρηματική διείσδυση είναι σχετικά χαμηλή, ωστόσο πρέπει να σημειωθεί η παρουσία ενός μικρού οικοσυστήματος καινοτόμων και εξειδικευμένων επιχειρήσεων, με ισχυρό γνωσιακό υπόβαθρο και εξωστρεφή προσανατολισμό, καθώς και η ύπαρξη του cluster Hbio, το οποίο αποτελείται από μία ομάδα επιχειρήσεων στον χώρο της Βιοτεχνολογίας, των Βιο-υλικών, της Διαγνωστικής, των Ιατρικών συσκευών, και της Φαρμακευτικής ανακάλυψης και χορήγησης.

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



Ερευνητική ομάδα του **ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”** ([www.demokritos.gr](http://www.demokritos.gr)) έχει αναπτύξει μία μέθοδο νανοδόμησης και χημικής τροποποίησης των επιφανειών με χρήση νανοτεχνολογίας αερίου πλάσματος – που θα μπορούσε να ονομαστεί νανο-ύφανση της ύλης. Οι παραγόμενες νανοδομές έχουν μορφή κώνων ή ινών και οι τροποποιημένες αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες μπορούν να απωθούν το νερό, τον πάγο, τα έλαια και τους μικροοργανισμούς. Ταυτόχρονα, είναι αντιανακλαστικές και ελεγχόμενα διαφανείς, ώστε μπορούν να προσδιοριστούν ως “έξυπνες”. Στη συνέχεια, οι νανοδομημένες επιφάνειες ενσωματώνονται σε βιοαναλυτικά μικροεργαστήρια και επιτρέπουν είτε απόθεση είτε αυξημένη πρόσδεση πρωτεϊνών, DNA ή κυττάρων σε αυτές. Οι μικροσυτοιχίες που κατασκευάζονται με αυτό τον τρόπο έχουν εκατονταπλάσια ευαισθησία σε σχέση με αυτές που συντίθενται σε ομαλά υποστρώματα. Σε

συνδυασμό με μικροροϊκές διατάξεις εμπλουτισμού βιομορίων ή κυττάρων, η μέθοδος επιτρέπει την απλοποίηση και επιτάχυνση μίας πληθώρας βιοαναλυτικών εφαρμογών, συνδυάζοντας μικρό κόστος και ταχεία επεξεργασία. Η τεχνολογία είναι ανάμεσα στις 20 προκριθείσες υποψηφιότητες του 2ου διαγωνισμού εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας “Η Ελλάδα Καινοτομεί!”.

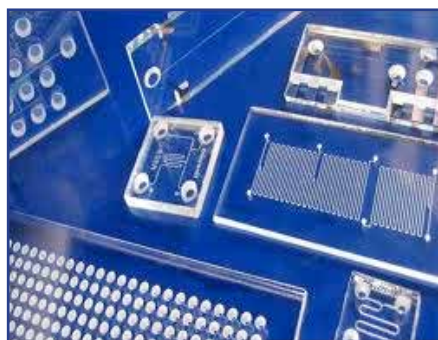
## ΜΕΡΟΣ Β: ΑΓΟΡΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

Πέραν των πολύ συγκεκριμένων τεχνολογιών αιχμής που αφορούν τον Τομέα Νανοτεχνολογίας, αυτό που καθορίζει αλλαγές και μετατοπίσεις στις προοπτικές αξιοποίησής τους από την παραγωγή είναι η αλληλεπίδραση τεχνολογιών αιχμής από διαφορετικούς τομείς (π.χ. Υγεία, Τρόφιμα, Πληροφορική, Υλικά, κ.ά.). Λόγω της φύσης της νανοτεχνολογίας, είναι μεγάλης σημασίας το γεγονός ότι οι ανάγκες της βιομηχανίας τροφοδοτούν την επιστημονική έρευνα με ερεθίσματα για περαιτέρω ανάπτυξη. Ο οριζόντιος χαρακτήρας της αναδεικνύει σημαντικές δυνατότητες καθώς διαφορετικοί βιομηχανικοί τομείς συναντώνται και αλληλεπιδρούν για τη δημιουργία νέων προϊόντων και υπηρεσιών. Το κρίσιμο σημείο και αφετηρία για το σχηματισμό βιομηχανικού ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος είναι η ανίχνευση των δυνατοτήτων τέτοιων συνεργειών μεταξύ διαφορετικών ερευνητικών/επιχειρηματικών χώρων, αλλά και περαιτέρω συνεργασιών μεταξύ επιχειρηματικού και ερευνητικού τομέα. Αυτό θα καθορίσει τις εθνικές δυνατότητες και θα βοηθήσει στην εστίαση των διαθέσιμων πόρων.

# Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ

Τα φυσικά όρια σμίκρυνσης των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων είναι πεπερασμένα και φαίνεται ότι δεν μπορούν να υπάρξουν ολοκληρωμένα κυκλώματα ακόμη μικρότερων διαστάσεων με μεγαλύτερη ισχύ. Ωστόσο, η χρήση τέτοιων κυκλωμάτων είναι ευρεία, ιδιαίτερα στα ενσωματωμένα συστήματα. Οι κατασκευαστικές ανάγκες της βιομηχανίας ηλεκτρονικών επιτάσσουν οι διατάξεις που περιέχουν ενσωματωμέ-

να κυκλώματα να είναι όλο και πιο μικρές, πιο ανθεκτικές και να καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, γεγονός που δίνει ώθηση στην εκπόνηση νέας έρευνας κατά μήκος διαφορετικών τεχνολογικών τομέων ώστε να παραχθούν νέα ενσωματωμένα συστήματα μεγάλου βαθμού ολοκλήρωσης.



Οι Τεχνολογίες της Νανοηλεκτρονικής, των Νανοϊλικών και των Σύνθετων Πολυλειτουργικών Υλικών συναντώνται για να παράγουν νέα υλικά, ημιαγωγούς και τρανζίστορς ακόμα μικρότερου μεγέθους με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και αντοχή. Τα παραπάνω υλικά και διατάξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε Ενσωματωμένα Συστήματα και στον εξοπλισμό Υπολογιστικών Πλεγμάτων και Νεφών τόσο για την ολοκλήρωση κυκλωμάτων μικρής κλίμακας όσο και για την παρασκευή φορητών/ενσωματωμένων διατάξεων μεγάλης υπολογιστικής ισχύος. Τα νέα μικροκυκλώματα μπορούν να συνδυαστούν στη δημιουργία υπολογιστικών συστημάτων μεγάλου βαθμού ολοκλήρωσης. Τα πλεονεκτήματα των ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων της αλυσίδας είναι η μεγάλη υπολογιστική ισχύς, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, η μικρή κλίμακα και

ο μεγάλος βαθμός ολοκλήρωσης.

Μπορούν να κατασκευαστούν:

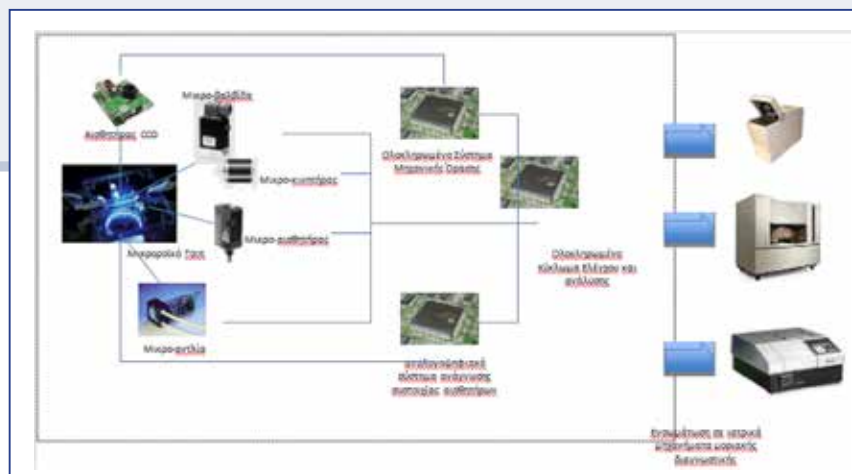
- (α) νέες, έξυπνες μικροσκοπικές συσκευές και κυκλώματα μικρής ενεργειακής κατανάλωσης,
- (β) ισχυρότερα και μικρότερα σε έκταση υπολογιστικά συστήματα, όπως κέντρα δεδομένων, που επιπλέον καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια.

Οι εφαρμογές τους εκτείνονται από τη Βιοϊατρική και τη Διαγνωστική έως τις Μεταφορές, ακόμη και την κατασκευή ολοκληρωμένων συστημάτων ενσωματωμένων στο ρουχισμό με δυνατότητες αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον.

Τα συστήματα Lab-On-a-Chip (LOC) είναι μικροσυσκευές που ανήκουν στην κατηγορία των μικροηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων (Microelectromechanical systems – MEMS) και συχνά αναφέρονται και ως Πολύ Μικρά Συστήματα Ολικής Ανάλυσης (Micro Total Analysis Systems - μTAS). Ολοκληρώνουν μια ή περισσότερες λειτουργίες εργαστηριακών αναλύσεων σε ένα μόνο τσιπ πολύ μικρού μεγέθους (από τετραγωνικά χιλιοστά μέχρι τετραγωνικά εκατοστά) και διαχειρίζονται πολύ μικρές ποσότητες υγρών (συχνά λιγότερο και από πικο-λίτρα), ενσωματώνοντας με αυτό τον τρόπο μικροροϊκά συστήματα (microfluidics). Εκτός από το μικρό τους μέγεθος, έχουν μικρές ενεργειακές απαιτήσεις και παρέχουν ταχύτητα αποτελέσματα, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο δυνατότητες μετατόπισης πολλών διαγνωστικών και αναλυτικών δραστηριοτήτων από κεντροποιημένες υποδομές, αλλά και δυνατότητες παροχής πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο, π.χ. για χρήση από προσωπικό υγείας τόσο σε χειρουργεία όσο και σε άλλες απομακρυσμένες τοποθεσίες. Περιλαμβάνουν διάφορα μικρο-στοιχεία, όπως μικρο-αντλίες, μικρο-βαλβίδες, μετρητές ροής, καθώς και οπτικούς ή ηλεκτροχημικούς αισθητήρες που ελέγχονται με ηλεκτρονικό τρόπο. Οι εφαρμογές των συσκευών LOC περιλαμβάνουν την ταχεία in-situ αναγνώριση, την κλινική διάγνωση, τη ιατροδικαστική επιστήμη, την κυτταρομετρία ροής, τη χημική ανάλυση αίματος, την ανάλυση πρωτεϊνών και DNA, την in-situ ατμοσφαιρική παρακολούθηση, την ανίχνευση γενετικά τροποποιημένων προϊόντων. Η χρήση των LOCs επιτρέπει τη σμίκρυνση των συσκευών ελέγχου, την αποδοτική χρήση των χημικών αντιδραστηρίων και τη φορητότητα των συστημάτων αναγνώρισης και ποιοτικής ανάλυσης. Το μέγεθος της αγοράς των LOC συσκευών ήταν 2,6 δισεκατομμύρια δολάρια το 2009 και αναμένεται να φθάσει τα 5,9 δισεκατομμύρια δολάρια το 2014.

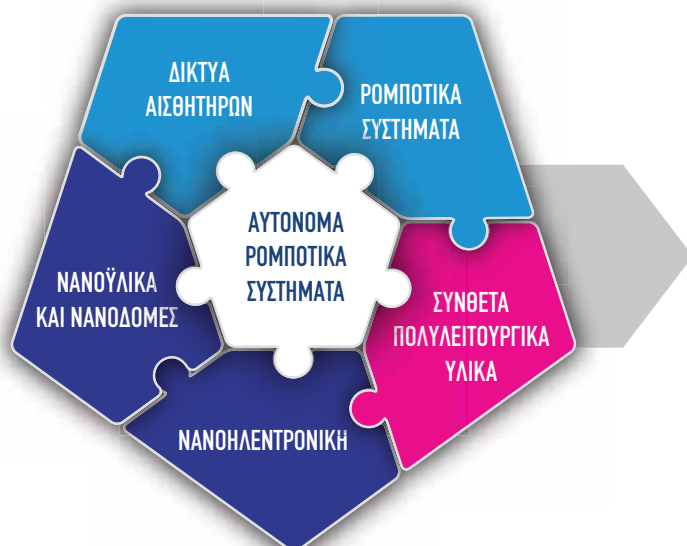
#### Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

Στην Ελλάδα ένα σχετικό έργο, το **Corralia LOC** ([www.labonchip.eu](http://www.labonchip.eu)), χρηματοδοτείται από το Υπουργείο Ανάπτυξης στο πλαίσιο της **Ελληνικής Πρωτοβουλίας Συνεργατικών Σχηματισμών** ([www.corallia.org](http://www.corallia.org)), με τη συμμετοχή των επιχειρήσεων **Micro2Gen** ([www.micro2gen.com](http://www.micro2gen.com)), **Intracom** ([www.intracom.gr](http://www.intracom.gr)), **Alma Technologies** ([www.alma-technologies.com](http://www.alma-technologies.com)), **4Plus S.A.** ([www.4plus.com](http://www.4plus.com)), και **RAYMETRICS** ([www.raymetrics.gr](http://www.raymetrics.gr)) και ερευνητικών εργαστηρίων (**Εργαστήριο Ηλεκτρονικής και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Ηλεκτρονικής του Πανεπιστημίου της Πάτρας, Τμήμα Εφαρμοσμένης Φυσικής του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου, Ινστιτούτο Επικοινωνιών και Υπολογιστικών Συστημάτων του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου, και ΤΕΙ Κρήτης**). Το εν λόγω έργο έχει στόχο την ανάπτυξη και κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ελέγχου και μετρήσεων, καθώς και καινοτόμων συστοιχιών βιοαισθητήρων για όργανα LOC, εκμεταλλευόμενο τεχνολογίες αιχμής για την εξασφάλιση ταχύτερων αναλύσεων, μεγαλύτερης ακρίβειας και αξιοπιστίας και μικρότερου κόστους για τους κατασκευαστές οργάνων.

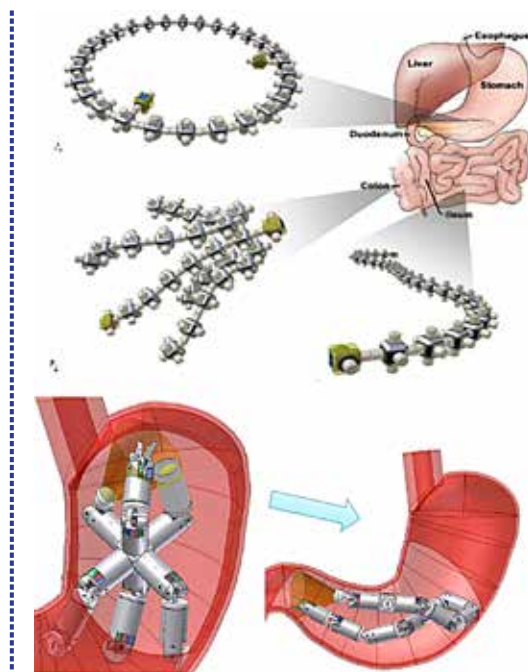




# Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



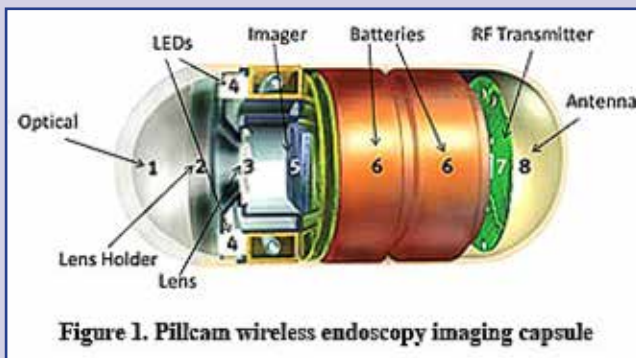
Οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα των υλικών και της νανοτεχνολογίας δίνουν την ευκαιρία να δημιουργηθούν νέου τύπου αισθητήρες και μηχανισμοί δράσης (actuators), οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για μοντέρνες αυτόνομες συσκευές που θα εξυπηρετούν πολλές από τις σύγχρονες ανάγκες του ανθρώπου, ειδικότερα σε περιβάλλοντα υψηλού κινδύνου. Τα σύνθετα πολυ-λειτουργικά υλικά και νανοϊλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά συστατικά που θα συλλέγουν πληροφορίες και θα τροφοδοτούν με εξειδικευμένη πληροφορία δίκτυα αισθητήρων σε μεγάλη κλίμακα. Τα νέα αυτά δίκτυα αισθητήρων μπορεί να είναι τόσο σταθερά όσο και φορητά στην περίπτωση που ενσωματώνονται επάνω σε κινούμενα ρομπότ. Έτσι, σε ένα επόμενο στάδιο, η κατανεμημένη πληροφορία από τους αισθητήρες μπορεί να συγκεντρωθεί κεντρικά, να αναλυθεί και να χρησιμοποιηθεί για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή δρομολόγηση αυτόνομων ρομποτικών συστημάτων που αναλαμβάνουν την ταυτόχρονη υλοποίηση πολλαπλών δράσεων μέσα σε πολύπλοκα περιβάλλοντα. Η συνεχής συλλογή αισθητηριακής πληροφορίας από τα δίκτυα αισθητήρων ανατροφοδοτεί το όλο σύστημα, προσφέροντας πληροφορία για την εξέλιξη των δράσεων και την ανάγκη μερικής αναπροσαρμογής



τους. Τα σύνθετα πολυλειτουργικά υλικά και τα νανοϊλικά, εκτός από τη δημιουργία αισθητήρων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με άλλους τρόπους στη ρομποτική, συνεισφέροντας στη δημιουργία καινοτόμων αυτόνομων συστημάτων. Αυτό μπορεί να αφορά είτε τις φυσικές ιδιότητες των ρομπότ (π.χ. να γίνουν ελαφρύτερα, ανθεκτικότερα, πιο εύπλαστα, κ.λπ.) είτε τους μηχανισμούς δράσης τους (π.χ. εφαρμόζοντας με ακρίβεια τα νέου τύπου υλικά σε εξειδικευμένες εφαρμογές μεγάλης δυσκολίας ή επικινδυνότητας).

Η αγορά που αναδεικνύεται περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την κατασκευή συσκευών που υποκαθιστούν τον άνθρωπο σε εφαρμογές μεγάλης δυσκολίας ή επικινδυνότητας, όπου οι συνθήκες λειτουργίας δεν είναι πάντοτε εύκολο να προσδιοριστούν με ακρίβεια, όπως δραστηριότητες εξερεύνησης αφιλόξενων για τον άνθρωπο περιβαλλόντων, εντοπισμός βλαβερών για τον άνθρωπο ουσιών, η φύλαξη χώρων κ.ά. Επιπλέον, αυτόνομα νανο-ρομποτικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ιατρικές εφαρμογές, όπως π.χ. μικροεπεμβάσεις, στοχευμένη φαρμακευτική χορήγηση, διάγνωστική ενδοσκόπηση, αντιμετώπιση καρκινικών κυττάρων και μη-εγχειρίσιμων όγκων.

**Νανο-ρομπότ**, που ήδη αναπτύσσονται εργαστηριακά, θα μπορούν να κινηθούν μέσα στο ανθρώπινο σώμα και να διακρίνουν μεταξύ των διαφορετικών τύπων κυττάρων ελέγχοντας τα επιφανειακά τους αντιγόνα, ενώ όταν η εργασία τους ολοκληρωθεί, θα αποβάλλονται από το σώμα μέσω των φυσικών οδών. Έχουν διάμετρο από 0.5 έως 3μm και κατασκευάζονται από nano-υλικά διαστάσεων από 1 έως 100nm. Έχουν επίσης ενσωματωμένο λογισμικό ικανό να εκτελεί περίπου 1000 υπολογισμούς/δευτερόλεπτο. Η ενεργοποίησή τους μέσα στο σώμα μπορεί να πραγματοποιηθεί μεταβολίζοντας τοπικά γλυκόζη και οξυγόνο για παροχή ενέργειας. Μέσω των νανορομπότ μπορεί να εγκατασταθεί ένα πλήρες δίκτυο πλοήγησης στο ανθρώπινο σώμα, επιτρέποντας στον γιατρό να παρακολουθήσει τις διάφορες υπό εξέταση περιοχές με υψηλή ακρίβεια θέσης. Παραδείγματα μικρο-ρομποτικών συστημάτων που έχουν ήδη κατασκευαστεί είναι τα ξυπινα χάπια, όπως τα ρομποτικά ενδοσκόπια της γαστρικής κοιλότητας σε μορφή χαπιού και τα μικρο-ρομπότ με λειτουργικό κάλυμμα για εύκολη εναπόθεση φαρμάκου.





# Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΝΑΝΟΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Σύνθετα υλικά υψηλής απόδοσης αναπτύσσονται για να απαντήσουν στις ανάγκες των σύγχρονων και μελλοντικών αγορών και στους μεγάλους προβληματισμούς των κοινωνιών: προστασία περιβάλλοντος, ανακύκλωση, υποκατάσταση ενεργειακών πόρων, ελαφρύτερες κατασκευές, μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, νέες λειτουργίες και ταυτόχρονη επίτευξη αισθητικού αποτελέσματος.

Τα προηγμένα υλικά υψηλής απόδοσης μπορεί να παρουσιάζουν εξαιρετική αντίσταση στη διάβρωση, πολύ καλή συμπεριφορά στην κόπωση, στην κρούση και στη διάδοση ρωγμών, ή να έχουν ιδιαίτερα

λειτουργικά χαρακτηριστικά π.χ. υδρο-φοβικότητα, ελαιο-φοβικότητα, αντιστατικότητα, και να οδηγούν σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Τα **σύνθετα υλικά** αποτελούνται από δύο ή περισσότερες συστατικές φάσεις, που είναι υλικά μη αναμίξιμα μεταξύ τους, συνήθως ενισχυτικές ίνες εμβαπτισμένες σε ένα υλικό-μήτρα. Διακρίνονται τρεις μεγάλες οικογένειες σύνθετων υλικών: με πολυμερή (οργανική), μεταλλική ή κεραμική μήτρα. Τα σύνθετα υλικά έχουν το πλεονέκτημα να συνδυάζουν ιδιότητες που καθένα από τα συστατικά τους δεν μπορεί να επιδείξει από μόνο του.

## Η νανο-τεχνολογία και οι νέες οικογένειες σύνθετων υλικών

Όταν τα εγκλείσματα που χρησιμοποιούνται ως ενισχυτικές φάσεις του μητρικού υλικού είναι δομές με διαστάσεις νανομέτρων, τότε μιλάμε για νανο-σύνθετα υλικά. Η επίδραση των νανο-πρόσθετων στην μήτρα γίνεται σε μοριακό επίπεδο και όχι μακροσκοπικά όπως στα κοινά σύνθετα, με αποτέλεσμα την ισχυρότερη επίδραση στις ιδιότητες του τελικού υλικού.

Η δυνατότητα της νανοτεχνολογίας να σχεδιάζει με μεγάλη ακρίβεια τα νανο-πρόσθετα εγκλείσματα και τις ιδιότητές τους, επιτρέπει το σχεδι-

ασμό νανο-σύνθετων υλικών με ειδικές ιδιότητες προσαρμοσμένες στις τελικές απαιτήσεις χρήσης. Μπορούν να παραχθούν υλικά με ειδικές ιδιότητες όπως π.χ. μαγνήτιση, επιλεκτική διαπερατότητα, ενισχυμένες καταλυτικές ιδιότητες, δυνατότητα φωτο-κατάλυσης, υδρο-φοβικότητα, ελαιο-φοβικότητα κ.ά., ή με ενισχυμένες ιδιότητες σε σχέση με τα συμβατικά υλικά, ή με την ικανότητα να είναι πολυλειτουργικά (π.χ. ελαφρά και πολύ ανθεκτικά υλικά για την αυτοκινητοβιομηχανία).



Ενδεικτικά, νανοενισχυμένα λειτουργικά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικά συσκευασίας ευπαθών υλικών (τρόφιμα, φάρμακα). Τα υλικά αυτά μπορούν να αντιδρούν σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα αλλάζοντας χρώμα με την θερμοκρασία ή ανιχνεύοντας ουσίες ή μικροοργανισμούς με κατάλληλους βιοαισθητήρες και ελέγχοντας έτσι την καταλληλότητα των συσκευασμάτων. Μπορούν επιπλέον να ελέγχουν

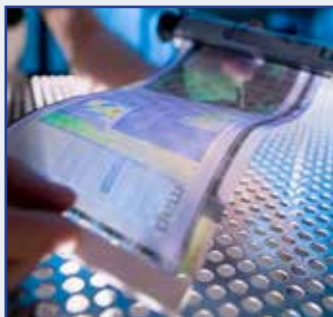
την διαπερατότητα υδρατμών, οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα (άλλοτε επιθυμητή και άλλοτε όχι), να ελέγχουν την διαβροχή από νερό ή έλαια, να προστατεύουν το περικλειόμενο προϊόν από μη-επιθυμητή ηλιακή ακτινοβολία. Μπορούν να κατασκευασθούν επιφάνειες που απωθούν το νερό ή, αντίθετα, τις ελαίωδεις επικαθήσεις.

**Πέραν αυτών ανοίγεται ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών:**

- Δομικές εφαρμογές, π.χ. ελαφρές κατασκευές από συνήθη πολυμερή με προσαρμοσμένες ηλεκτρικές και μηχανικές ιδιότητες, κονιάματα με δυνατότητα αυτοκαθαρισμού.
- Ειδικά υφάσματα, π.χ. που δεν λερώνονται, “έξυπνα” υφάσματα.
- Εφαρμογές αποθήκευσης ενέργειας, π.χ. ηλεκτρόδια σε μπαταρίες, supercapacitors.
- Οργανικοί ημιαγωγοί για παραγωγή ενέργειας.
- Οπτικοί αισθητήρες υψηλής απόδοσης (high efficiency image sensors) και φωτο-ανιχνευτές (photodetectors), αναβαθμίζοντας έτσι σημαντικά τις υπάρχουσες τεχνικές ελέγχου και παρακολούθησης.
- Η διείσδυση των δομημένων νανο-υλικών στη βιομηχανία των ημιαγωγών αναμένεται το 2020 να είναι καθολική, ενώ εκτιμάται ότι η διείσδυση στην βιομηχανία παραγωγής καταλυτών θα βρίσκεται στο 50%. Αναμένεται, επίσης, ταχεία διείσδυσή τους στη φαρμακευτική βιομηχανία, ενώ για προϊόντα που έχουν βάση το ξύλο αυτή θα είναι της τάξης του 20% (πηγή: M.C.Roco, C.A.Mirkin and M.C.Hersam, «Nanotechnology research direction for societal needs in 2020», 2010, Springer).

**Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ**

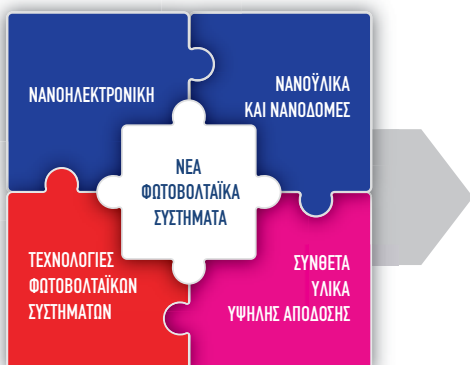
Η αγορά που αναδεικνύεται περιλαμβάνει τον σχεδιασμό νέων υλικών με πολυποικίλες εφαρμογές που αγγίζουν την παραγωγή ενέργειας, τις περιβαλλοντικές εφαρμογές, νέα φάρμακα, νέα δομικά υλικά, έξυπνα και λειτουργικά υφάσματα κ.λπ. Οι εταιρείες **Nanophos** ([www.nanophos.com/gr](http://www.nanophos.com/gr)) (νανοδομημένες επικαλύψεις για αδιαβροχοποίηση επιφανειών), **Advent** ([www.advent-energy.com](http://www.advent-energy.com)) (πολυμερικές μεμβράνες ηλεκτρολύτου για κελία καυσίμου) και **Brite Hellas** ([www.britesolar.com](http://www.britesolar.com)) (νανοδομημένα και διάφανα φωτοβολταϊκά υμένια) παράγουν νανοπροϊόντα με ποικίλες χρήσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό των εξαγωγών της Nanophos αγγίζει το 85% των πωλήσεων. Το 2012 δημιουργήθηκαν στη Θεσσαλονίκη δύο νέες εταιρείες: Η **nanotypos** είναι η πρώτη εταιρεία στην Ευρώπη που αναπτύσσει τα προϊόντα της, χρησιμοποιώντας αποκλειστικά νανοτυπωτικές λιθογραφικές μεθόδους και η εταιρεία **OE-Technologies** ([www.oe-technologies.com](http://www.oe-technologies.com)) με αντικείμενο την έρευνα, ανάπτυξη και παραγωγή πρωτοτύπων οργανικών ηλεκτρονικών με εφαρμογές σε φωτοβολταϊκά, απεικόνιση, βιοαισθητήρες κ.λπ.



Τα οργανικά ηλεκτρονικά αποτελούν έναν ταχέως αναδυόμενο τομέα που αναμένεται να φέρει επανάσταση στα συμβατικά ηλεκτρονικά και στις χρήσεις τους. Μερικές από τις σημαντικότερες εφαρμογές τους είναι τα οργανικά φωτοβολταϊκά, το ηλεκτρονικό χαρτί, τα οργανικά LED για χρήση σε οθόνες και φωτισμό, μπαταρίες λεπτών υμενίων και ετικέτες RFID. Το μεγάλο πλεονέκτημα των οργανικών ηλεκτρονικών είναι ότι μπορούν να τυπωθούν, με τη χρήση τεχνικής παρόμοιας ενός εκτυπωτή inkjet, σε εύκαμπτα υλικά, π.χ. σε λεπτά πλαστικά ή μεταλλικά φύλλα. Το **Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων - Νανοσυστημάτων και**

**Νανομετρολογίας (LTFN), του ΑΠΘ** ([www.ltfn.physics.auth.gr](http://www.ltfn.physics.auth.gr)) συντονίζει ένα έργο για την ανάπτυξη νέων έξυπνων νανοϋλικών για χρήση σε οργανικά ηλεκτρονικά, νέες μεθόδους παραγωγής με χρήση τεχνικών Roll-to-Roll εκτύπωσης, αισθητήρων ακριβείας και τεχνικών laser, και την ολοκλήρωση όλων αυτών σε πιλοτικές γραμμές παραγωγής οργανικών ηλεκτρονικών διατάξεων και την αξιολόγησή τους για βιομηχανική χρήση. Το έργο του LTFN συνεικονείται από ακόμα 16 εταίρους μεταξύ των οποίων και οι ελληνικές εταιρείες Advent και OE-Technologies.

# Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



Οι εφαρμογές των νέων Υλικών και ειδικότερα οι εξελίξεις της τεχνολογίας ημιαγωγών, αλλά και των οργανικών υλικών, χρησιμοποιούν τις δυνατότητες της Νανοτεχνολογίας για αποδοτικότερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Ταυτόχρονα, παρέχουν στις Φ/Β εγκαταστάσεις αντίσταση στις εξωτερικές συνθήκες και χαμηλό βάρος, καθορίζοντας το μέλλον των φωτοβολταϊκών συστημάτων ως αξιόπιστη και αποδοτική κατανεμημένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλέον ως δομικά υλικά, παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς καθώς μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα των κατασκευών, ενώ δίνουν και δυνατότητα

διαφορετικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά όπως κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις, συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κατασκευαστικού κόστους, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια. Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, σήμερα διατίθενται διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπομπής (low-e) και τα οποία πέραν της ηλεκτροπαραγωγής, επιτυγχάνουν και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά υαλοστάσια.

## Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

Η εταιρεία παραγωγής Φωτοβολταϊκών πλαισίων λεπτών υμενίων **HelioSphera** ([www.heliosphera.com](http://www.heliosphera.com)) και το Πανεπιστήμιο Πατρών (Σχολή Χημικών Μηχανικών – Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας των Υλικών) συμμετέχουν στο τριετές πρόγραμμα PEPPER, το οποίο έχει ως στόχο τη βελτίωση της σχέσης κόστους-ανταγωνιστικότητας σε φωτοβολταϊκά πλαίσια λεπτού υμενίου (micromorph thin-film photovoltaics). Το έργο διερευνά σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση του στοιχείου, όπως την εναπόθεση του TCO (transparent conductive oxide), την εναπόθεση του πυριτίου, τις επιδράσεις του γυαλιού (συμπεριλαμβανομένων των in-situ καθαρισμών) σε συνάρτηση με το κόστος παραγωγής. Το πρόγραμμα εστιάζει στην εφαρμογή νέων τεχνικών και βελτιώσεων στον τομέα των αντιδραστήρων και διαδικασιών TCO και PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), και θα τις δοκιμάσει σε πιλοτικές μονάδες παραγωγής, όπου θα αξιολογηθεί η απόδοση και το κόστος παραγωγής των τελικών προϊόντων.

Η εταιρεία **ΠΥΡΟΓΕΝΕΣΙΣ Α.Β.Ε.Ε.** ([www.pyrogenesis.gr](http://www.pyrogenesis.gr)) εστιάζει στην ανάπτυξη κατάλληλων επικαλύψεων (πρόσφατα και από νανοκρυσταλλικά υλικά) βιομηχανικών εξαρτημάτων με στόχο την προστασία τους από τη φθορά, τη διάβρωση και την οξείδωση λόγω υψηλής θερμοκρασίας. Η συμμετοχή της στο έργο "ThinSi" έχει να κάνει με την παραγωγή Φ/Β κελιών λεπτού υμενίου σε μαζική παραγωγή μέσω της χρήσης χαμηλού κόστους πυριτικών υποστρωμάτων, εφαρμόζοντας σύγχρονες τεχνικές κεραμικών υλικών.

## ΚΑΘΑΡΟ ΝΕΡΟ

Η έλλειψη πρόσβασης σε καθαρό νερό είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο αναπτυσσόμενος κόσμος. Εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από ασθένειες που σχετίζονται με μολυσμέ-

νο νερό. Η нанοτεχνολογία επιτρέπει τη δημιουργία νέων υλικών με καταλυτική δράση (νανοκαταλύτες) που επιτρέπουν τον καλύτερο καθαρισμό νερού με φτηνότερα μέσα.



*Ερευνητές από τη Ν. Αφρική κατασκεύασαν ένα φίλτρο με μέγεθος (αλλά και μορφή) όσο ένα σακουλάκι τσαγιού, το οποίο, με κόστος μικρότερο του ενός λεπτού, προορίζεται για τον καθαρισμό νερού. Ένα σακουλάκι μπορεί να καθαρίσει μέχρι ένα λίτρο μολυσμένου νερού.*

*Το σακουλάκι περιέχει ένα συνδυασμό νανοϊών με κόκκους ενεργού άνθρακα.*



Οι Φυσικοχημικές Μέθοδοι Επεξεργασίας Νερού και υγρών αποβλήτων επιδιώκουν τον άριστο διαχωρισμό νερού και ρύπων. Τεχνολογίες αιχμής, όπως τα Προηγμένα Υλικά, Νανοϊλικά, και Αερόβιες Βιολογικές Διεργασίες Επεξεργασίας, συνεργάζονται για να επιτύχουν την τεχνοοικονομική βελτιστοποίηση των διαθέσιμων μεθόδων καθαρισμού των υδάτινων πόρων. Γενικά, οι нанοτεχνολογικές εφαρμογές σε

συνδυασμό με τα προηγμένα πολυμερή υλικά, επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων σύνθετων μεμβρανών για αποτελεσματική φίλτρανση με μειωμένο λειτουργικό κόστος.

Μπορεί να αξιοποιηθεί νερό από περισσότερες πηγές (π.χ. υφάλμυρο νερό) για την κάλυψη κυρίως αρδευτικών αναγκών, αλλά και για οικιακή χρήση. Έμφαση δίνεται στην ανακύκλωση νερού μετά από επεξεργασία σε βιομηχανικές μονάδες, όπου χρησιμοποιούνται μεγάλοι όγκοι νερού. Επίσης, σημαντικές προοπτικές παρουσιάζει η επεξεργασία υγρών αποβλήτων αγροκτηνοτροφικής προέλευσης (ελαιοτριβεία, τυροκομεία, κ.λπ.), όπου, παράλληλα με την επεξεργασία των αποβλήτων για την παραγωγή καθαρού νερού για άρδευση, μπορούν να απομονωθούν ουσίες με ιδιαίτερη προστιθέμενη αξία, ικανή να καλύψει μεγάλο μέρος του κόστους της επεξεργασίας.

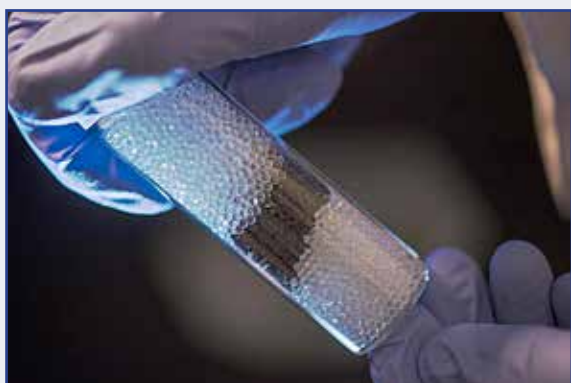
Η αγορά που επηρεάζεται είναι μεγάλη, δεδομένης της σημασίας του νερού για τον άνθρωπο. Εφαρμογές, πέρα από τη συλλογή, επεξεργασία και παροχή νερού, διαφαίνονται στη Βιομηχανία Τροφίμων, την Ποτοποιία, την Χημική βιομηχανία, τη Φαρμακοβιομηχανία, τη βιομηχανία Καλλυντικών, τον Τουρισμό &



τη Γεωργία, κ.λπ. Η ανάπτυξη προηγμένων μεθόδων και συστημάτων φίλτρανσης, διήθησης και καθαρισμού, αξιοποιείται στην παραγωγή προϊόντων τυριού με υψηλότερη θρεπτική αξία, την παρασκευή μικροφιλτραρισμένου γάλακτος με μεγάλη διάρκεια ζωής, τη διαύγαση νερού και χυμών φρούτων, την κατεργασία γαλακτωμάτων, το διαχωρισμό προϊόντων ζύμωσης, κ.ά.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στις μεθόδους επεξεργασίας επηρεάζουν κάθε δραστηριότητα σχετική με διαχείριση επιφανειακών και υπόγειων νερών, την τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων για την αφαίρεση αιωρούμενων στερεών, νιτρικών και φωσφορικών, την αφαλάτωση θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού, κ.ά.

#### Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ



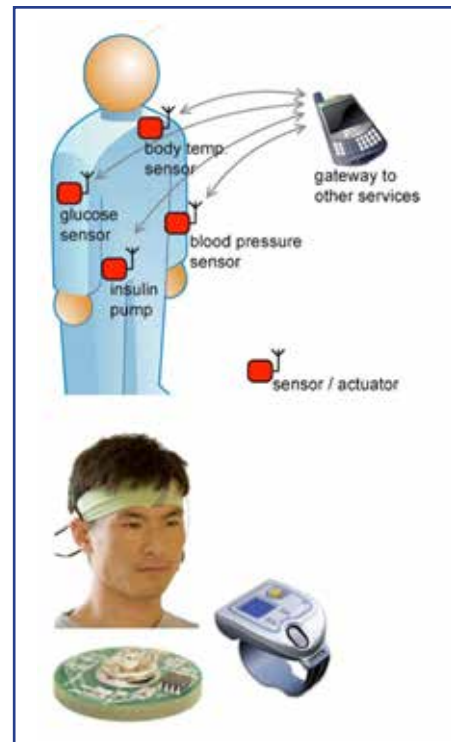
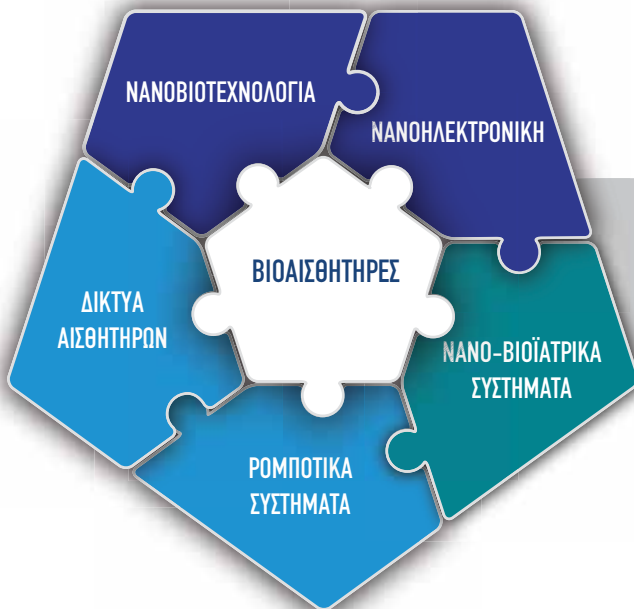
Το **ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος** έχει αναπτύξει ένα σύνολο αποτελεσματικών και βιώσιμων τεχνολογιών αποτοξίνωσης νερού με εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και των πρόσφατων εξελίξεων στις νανοδομημένες φωτοκαταλυτικές μεμβράνες τιτανίου για την καταστροφή των εξαιρετικά επικίνδυνων ενώσεων στο νερό, συμπεριλαμβανομένων των νέων αναδυόμενων ρύπων. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν ενσωματωθεί σε μεμβράνες καθαρισμού νερού που επιτρέπουν τον καθαρισμό του νερού από επικίνδυνες τοξίνες και άλλες οργανικές ενώσεις (φαινό-

λες, φυτοφάρμακα, ορμόνες κλπ.) με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από τα συμβατικά μέσα. Η δραστηριότητα εντάσσεται στο ευρωπαϊκό έργο *Clean Water*, η υλοποίηση του οποίου έχει επίσης οδηγήσει σε νέες εξελίξεις στο φωτοκαταλυτικό καθαρισμό του αέρα, την παραγωγή υδρογόνου, τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας (*solar cells*), ανοίγοντας έτσι νέους ορίζοντες στις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας στο περιβάλλον και την ενέργεια.

## Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΒΙΟ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι τεχνολογίες των βιοαισθητήρων αποτελούν μια από τις πιο δυναμικές διεπιστημονικές περιοχές ανάπτυξης και καινοτομίας στους τομείς της Υγείας, της Ασφάλειας, των Τροφίμων κ.ά. Στην ανάπτυξη εξειδικευμένων βιοαισθητήρων συνδράμουν τεχνολογίες από πολλούς διαφορετικούς τομείς (νέων λειτουργικών υλικών, βιοτεχνολογικών εφαρμογών, χημικής μηχανικής, μικρο-ηλεκτρονικής, κ.ά.). Το αποτέλεσμα

της δραστηριότητας αυτής είναι μια ευρύτατη γκάμα από τεχνολογίες και συσκευές ανίχνευσης ή παρακολούθησης ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών ουσιών. Οι βιο-αισθητήρες (συσκευές πολλαπλών αναλύσεων, μικρο-νανο κατασκευές, υβριδικές και πολυ-λειτουργικές συσκευές) βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στους τομείς παρακολούθησης της Υγείας και αυτοματοποιημένης παραγωγής.



Βιο-αισθητήρες και ολοκληρωμένες υβριδικές συσκευές καταγράφουν τους παλμούς της καρδιάς, τα εγκεφαλικά σήματα, τα επίπεδα γλυκόζης, τα σήματα από μοριακή απεικόνιση, την θέση και την στάση του ανθρώπου, την κινητική του δραστηριότητα κ.ά. Καινοτόμοι βιο-αισθητήρες ενσωματώνονται και σε ρομποτικά συστήματα, όπως για παράδειγμα τα προσθετικά στο ανθρώπινο σώμα βιονικά άκρα. Η πληροφορία που παράγεται από τους βιο-αισθητήρες διαβιβάζεται σε συστήματα διάχυτης νοημοσύνης ώστε να προλαμβάνονται ατυχήματα ή να αναγνωρίζονται

περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης σε κλινικό ή οικιακό περιβάλλον.

Εξειδικευμένοι αισθητήρες σε προηγμένες συσκευές ανιχνεύουν ή παρακολουθούν παραγωγικές διεργασίες όπως για παράδειγμα ανίχνευση τοξινών, αλλοίωση συστατικών, καθώς και ποιοτικά χαρακτηριστικά προϊόντων. Τέτοιοι αισθητήρες μπορούν να αποτελούν μέρη είτε αλυσίδων παραγωγής είτε κρίκων της εφοδιαστικής αλυσίδας.



## Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

**Φωτονικοί βιο-αισθητήρες βοηθούν ασθενείς σε αναπηρικό καρότσι να απαλλαγούν από έλκη και καταπονήσεις του δέρματος**

Ασθενείς οι οποίοι βρίσκονται επί μακρόν κλινήρεις, διαβητικοί, χρήστες τεχνητών προσθετικών μελών και αναπηρικών αμαξιδίων είναι επιρρεπείς στην ανάπτυξη ελκών πίεσης/κατάκλισης. Τα έλκη πίεσης/κατάκλισης έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ανάρρωση και ποιότητα ζωής των πασχόντων, μεγάλο χρόνο επούλωσης και ταυτόχρονα αυξημένο οικονομικό κόστος αντιμετώπισης. Ερευνητική ομάδα του **Ινστιτούτου Ηλεκτρονικής Δομής και Λείζερ του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας**, συνδύασε τις τεχνολογίες των οπτικών ινών φωτονικού χάσματος και των μαγνητορευστών για την ανάπτυξη εξελιγμένων φωτονικών αισθητήρων που χρησιμοποιούνται στην καταγραφή κρίσιμων παραμέτρων καταπόνησης του ανθρωπίνου δέρματος.

Οι συγκεκριμένοι φωτονικοί αισθητήρες έχουν τη μορφή ελαστικού επιθέματος και μέγεθος συγκρίσιμο με ένα κέρμα. Μπορούν να παρακολουθούν και να καταγράφουν με ακρίβεια τις κινήσεις του ανθρωπίνου δέρματος κατά την παρατεταμένη επαφή του με τεχνητές επιφάνειες, όπως αυτές των προσθετικών μελών και αναπηρικών αμαξιδίων. Η καταγραφή του μεγέθους των κατά τόπους τριβών και καταπονήσεων, καθιστά δυνατή την καλύτερη πρόβλεψη και συνεπώς την αποφυγή ελκών πίεσης/κατάκλισης συμβάλλοντας έτσι στη διατήρηση της ποιότητας ζωής των ασθενών.



## Καινοτομικός ανιχνευτής φυτοφαρμάκων που μιμείται τη φύση

Σήμερα, οι μέθοδοι χημικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση επικίνδυνων ουσιών στα τρόφιμα είναι μεν εξαιρετικά ακριβείς, αλλά, παρά την εξέλιξη της τεχνολογίας τα αποτελέσματα συχνά χρειάζονται από 30 λεπτά έως και αρκετές ώρες. Αυτό έχει ως συνέπεια να εξετάζεται ένας ελάχιστος αριθμός δειγμάτων τον χρόνο σε όλη την Ευρώπη, συγκριτικά με τις ποσότητες των τροφίμων που καταναλώνονται.

Μια νέα λύση για ασφαλέστερα αγροτικά προϊόντα, προσφέρει η τεχνολογία κυτταρικών βιο-αισθητήρων που έχουν αναπτύξει ερευνητές στο Τμήμα Βιοτεχνολογίας στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Η τεχνολογία κυτταρικών βιοαισθητήρων αντιγράφει τον τρόπο με τον οποίο ο ανθρώπινος οργανισμός ανιχνεύει χημικές ουσίες μέσω της γεύσης ή της

όσφρησης. Ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιεί εξειδικευμένα νευρικά κύτταρα με υποδοχείς στην επιφάνειά τους, που αναγνωρίζουν το συγκεκριμένο μόριο. Όταν οι υποδοχείς στην επιφάνεια του κυττάρου “αντιληφθούν” το μόριο/την ουσία, τα κύτταρα μεταβιβάζουν ένα ηλεκτρικό σήμα στον εγκέφαλο, ο οποίος το επεξεργάζεται μεταφράζοντάς το στο αντίστοιχο ερέθισμα.

Στην τεχνολογία των κυτταρικών βιοαισθητήρων τον ρόλο των ανθρώπινων κυττάρων παίζουν ειδικοί τύποι κυττάρων από καλλιέργειες, με υποδοχείς που αναγνωρίζουν χημικά μόρια. Αν στο δείγμα του τροφίμου υπάρχει υπόλειμμα εντομοκτόνου, τότε οι κυτταρικοί βιοαισθητήρες παράγουν ηλεκτρικό σήμα, το οποίο μεταφράζεται σε απάντηση στο τεστ.

### Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ

*Η συγκεκριμένη τεχνολογία ανιχνεύει σε ελάχιστο χρόνο τυχόν υπολείμματα από τις τρεις βασικότερες κατηγορίες φυτοφαρμάκων τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα στο 80% των καλλιεργειών. Μία συσκευή βασισμένη στην τεχνολογία αυτή αναπτύχθηκε από ομάδα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου ([www.aua.gr](http://www.aua.gr)), μια συνεργαζόμενη ομάδα ερευνητών από το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος ([www.demokritos.gr](http://www.demokritos.gr)) και την εταιρεία βιοτεχνολογίας **EMBIO Diagnostics** ([www.embiodiagnostics.com](http://www.embiodiagnostics.com)), στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου Foodscan.*

*Η συσκευή επιτρέπει έναν προκαταρκτικό έλεγχο, ώστε μόνο στην περίπτωση που υπάρχουν όντως ίχνη φυτοφαρμάκων, τα δείγματα να παραπέμπονται στα χημικά εργαστήρια για πιο λεπτομερή εξέταση. Δεδομένου ότι ο προκαταρκτικός έλεγχος που κάνουν οι κυτταρικοί βιο-αισθητήρες διαρκεί μόλις 3 λεπτά, οι ερευνητές εκτιμούν πως τα εργαστήρια θα έχουν τη δυνατότητα να “σκανάρουν” 1 τρισεκατομμύριο δείγματα τον χρόνο, το οποίο αντιστοιχεί στο 80% από τις παρτίδες τροφίμων που ετήσια διακινούνται στην Ευρώπη.*

*Η συσκευή δεν έχει μεγαλύτερο μέγεθος από βιβλίο τσέπης. Αν προχωρήσει σε μαζική παραγωγή, η τιμή της συσκευής αναμένεται ότι δεν θα ξεπερνά τα 200 ευρώ, ενώ το κόστος κάθε εξέτασης θα είναι μόλις 15 ευρώ, όσο το κόστος των προπαρασκευασμένων μειγμάτων από τροποποιημένα κύτταρα που θα πρέπει να προμηθεύονται τα εργαστήρια. Την ίδια στιγμή, οι συμβατικές χημικές αναλύσεις στοιχίζουν περίπου 200 ευρώ.*





*Σύγχρονες Επιχειρήσεις, Σύγχρονη Ελλάδα*

**ΣΕΒ σύνδεσμος επιχειρήσεων και βιομηχανιών**

Ξενοφώντος 5, 105 57 Αθήνα

T: 211 5006 000

F: 210 3222 929

E: [info@sev.org.gr](mailto:info@sev.org.gr)

[www.sev.org.gr](http://www.sev.org.gr)