



## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ INNOCHEM

INNOVATING EDUCATION OF TALENTS IN CHEMISTRY FOR BUSINESS SUCCESS IN SMES  
INNOVATIONS

2014-1-SK01-KA203-000507

### ΜΕΛΕΤΗ STATUS QUO

*Ιανουάριος 2016*

*Συγγραφείς: Άρης Γκορόγιας, ΣΕΧΒ*

*Βασίλειος Μαρκάκης, ΕΜΠ*

*Κωνσταντίνος Χαριτίδης, ΕΜΠ*



Erasmus+

# Περιεχόμενα

1. Η κατάσταση του τομέα της Χημείας στη χώρα και ο ρόλος των ΜΜΕ στην καινοτομία \_\_\_\_\_ 3
  2. Η καινοτομία στα νέα προϊόντα και οι προοπτικές τους \_\_\_ Error! Bookmark not defined.
  3. Απαιτούμενες δεξιότητες για καινοτομία με έμφαση στην ανάπτυξη των ΜΜΕ \_\_\_\_\_ Error! Bookmark not defined.
  4. Τρέχουσα κατάσταση στην εκπαίδευση \_\_\_\_\_ 21
  5. Υποστήριξη των ενδιαφερόμενων φορέων με βάση τις απαιτούμενες δεξιότητες που εντοπίστηκαν Error! Bookmark not defined.
  6. Διοικητικές πράξεις και χρονοδιάγραμμα για την εφαρμογή ενός νέου προγράμματος σπουδών \_\_\_\_\_ Error! Bookmark not defined.
- Παράρτημα Ι - Ερωτηματολόγιο \_\_\_\_\_ 27

## **1. Η κατάσταση του τομέα της Χημείας στη χώρα και ο ρόλος των ΜΜΕ στην καινοτομία**

Η χημική βιομηχανία είναι μία από τις ισχυρότερες βιομηχανίες στην Ευρώπη, όσον αφορά στην παραγωγικότητα και την απασχόληση, έχοντας παράλληλα σημαντική συνεισφορά και σε όλες τις υπόλοιπες βιομηχανίες. Η καινοτομία στον τομέα των χημικών προϊόντων όχι μόνο παρέχει την Ευρώπη με πρώτες ύλες και νέα προϊόντα, αλλά οδηγεί και στην ανάπτυξη προηγμένων υλικών (όπως υβριδικά και ελαφρά υλικά, υλικά για μηχανική ιστών, αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες και προϊόντα για ανάκτηση και αποθήκευση ενέργειας) και τεχνολογιών επεξεργασίας που επιτρέπουν την πιο ευέλικτη παραγωγή προϊόντων, σε συνδυασμό με την αποτελεσματικότερη χρήση ενέργειας, πρώτων υλών και νερού. Επιπλέον, συμβάλλει στη αύξηση της ανακυκλωσιμότητας και της χρήσης ανανεώσιμων πρώτων υλών master.

Η βιομηχανία αυτή έχει διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στην υλοποίηση της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» και εργάζεται στενά με τα θεσμικά όργανα της ΕΕ για την εύρεση αποτελεσματικότερων τρόπων αντιμετώπισης των σημερινών και μελλοντικών προκλήσεων.

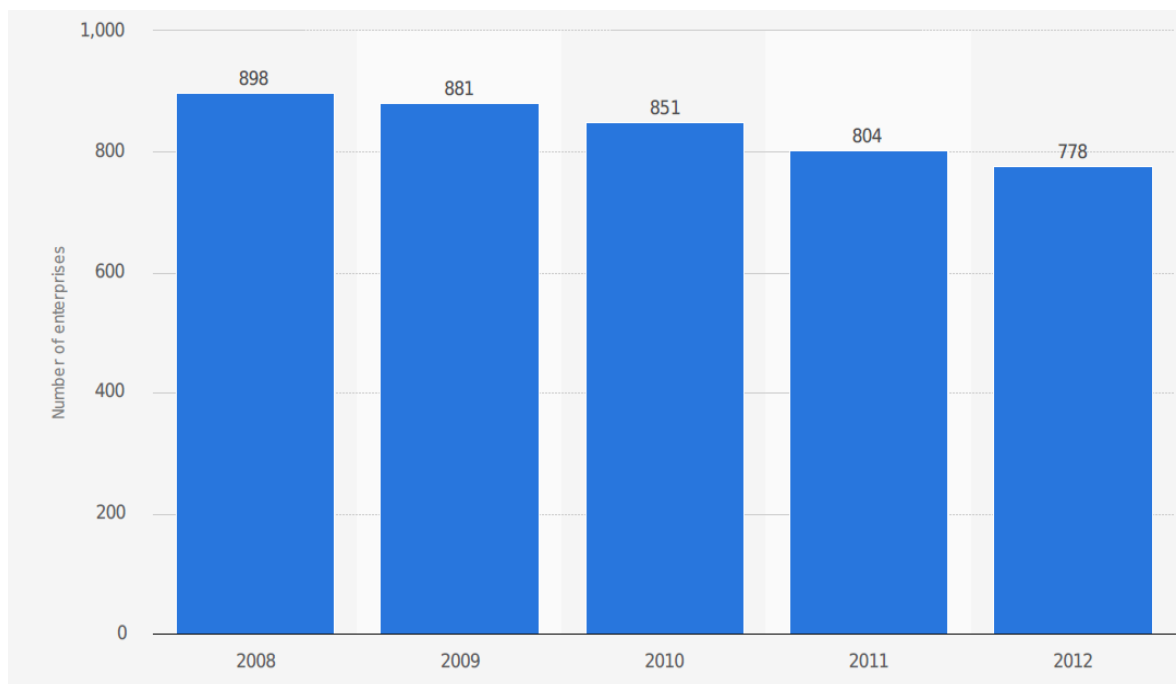
Ο τομέας των χημικών προϊόντων - ένας από τους λίγους ευρωπαϊκούς κλάδους που ηγείται σε παγκόσμιο επίπεδο - μπορεί να διαδραματίσει ηγετικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή σημαντικών προγραμμάτων καινοτομίας της ΕΕ, όπως:

- Βιώσιμες διεργασίες για αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα
- Προγράμματα καινοτομίας στις πρώτες ύλες
- Προγράμματα καινοτομίας για το νερό

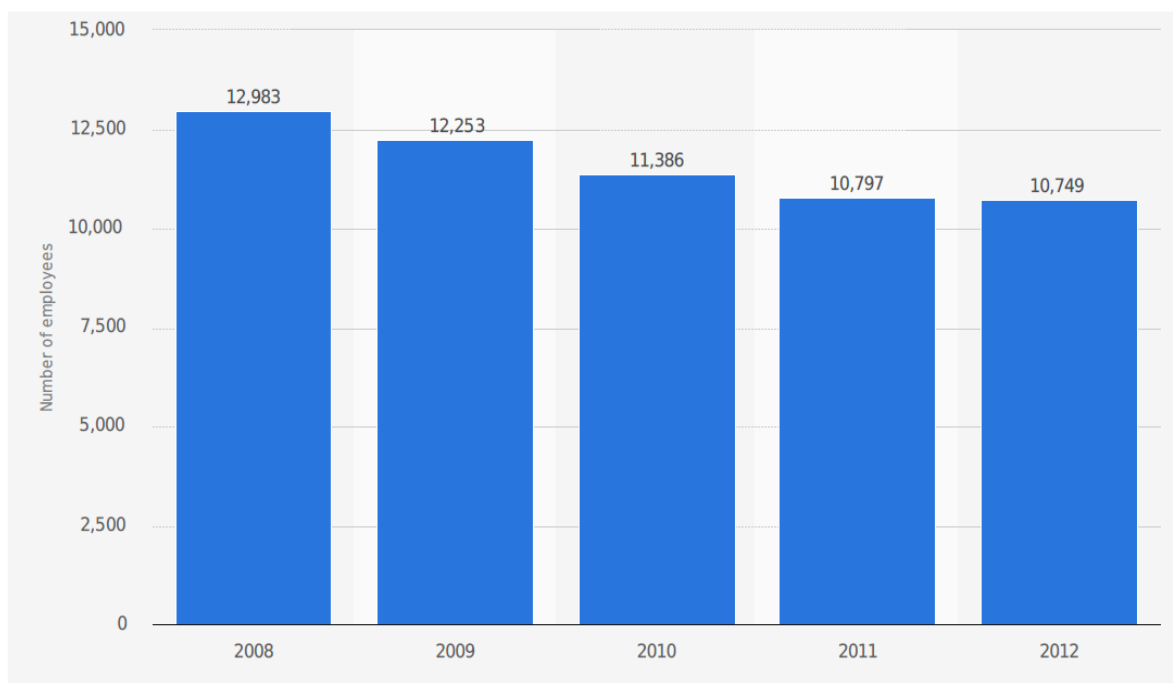
Πέρα από Ευρωπαϊκό επίπεδο, η χημική βιομηχανία είναι ένας από τους σημαντικότερους βιομηχανικούς κλάδους και σε εθνικό επίπεδο, παρέχοντας πρώτες ύλες σε πολλούς άλλους σημαντικούς τομείς της εθνικής οικονομίας, όπως τα καλλυντικά, τα φαρμακευτικά προϊόντα και τη συσκευασία τροφίμων. Η ελληνική χημική βιομηχανία συμβάλλει στο 0,4% της ευρωπαϊκής χημικής βιομηχανίας.

Σύμφωνα με την EUROSTAT, ο αριθμός των επιχειρήσεων που απασχολούνται στην χημική βιομηχανία στην Ελλάδα έχει μειωθεί κατά 13,36% από το 2008 έως το

2012. Κατά την ίδια περίοδο, ο αριθμός των εργαζομένων μειώθηκε επίσης κατά 17,21%.



**Εικόνα 1: Αριθμός των επιχειρήσεων στην Ελλάδα που ασχολήθηκαν με την παραγωγή χημικών προϊόντων την περίοδο 2008-2012**



**Εικόνα 2: Αριθμός των εργαζομένων στην Ελλάδα που απασχολήθηκαν στην παραγωγή χημικών προϊόντων την περίοδο 2008-2012**

Το μεγαλύτερο ποσοστό (91,1%) των χημικών βιομηχανιών στην Ελλάδα αποτελείται από μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ). Λόγω της διάρθρωσης της ελληνικής οικονομίας, ο ρόλος τους είναι πολύ σημαντικός, δεδομένου ότι συμβάλλουν σημαντικά στην απασχόληση και το ΑΕΠ. Η πλειοψηφία των εταιρειών από το 2008 και μετά αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα που σχετίζονται με τη νομοθεσία και τους κανονισμούς που διέπουν την χημική βιομηχανία, την πρόσβαση σε απαραίτητα κεφάλαια, αλλά και με το όλο και αυξανόμενο ενεργειακό κόστος. Λόγω της σοβαρής χρηματοπιστωτικής κρίσης, η χημική βιομηχανία έπρεπε να αντιμετωπίσει μια μεγάλη καθοδική πορεία που επηρέασε αρνητικά την απασχόληση. Ο κύκλος εργασιών του τομέα το 2009 ανήλθε σε 995 εκατ. Ευρώ, σημειώνοντας μείωση κατά 15,7% σε σχέση με το 2008, λόγω της χρηματοπιστωτικής κρίσης. Η μέση μεταβολή των πωλήσεων ήταν επίσης αρνητική κατά 15,5%, αντανakλώντας τις επιπτώσεις της οικονομικής ύφεσης. Παράλληλα, η ζήτηση των προϊόντων της χημικής βιομηχανίας καθορίστηκε άμεσα από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των πελατών της. Κατά την περίοδο 2000-2009 ο Γενικός Δείκτης Βιομηχανικής Παραγωγής μειώθηκε σχεδόν κατά 1,5%. Η πιο σημαντική πτώση σημειώθηκε στον κλάδο της μεταποίησης (-2,2%).

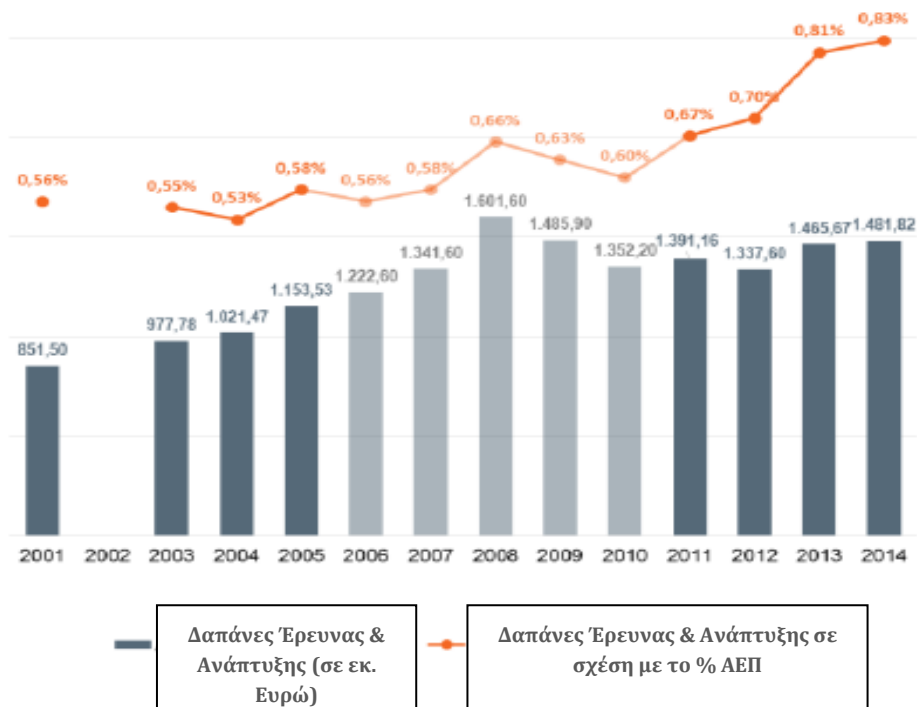
Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής για το 2014, έχει επιτευχθεί αύξηση του όγκου παραγωγής κατά σχεδόν 1% και οριακή μείωση των εσόδων. Ο όγκος της χημικής παραγωγής το 2014 αυξήθηκε κατά 0,9% σε σύγκριση με το 2013, οπότε σημείωσε αύξηση 2,2%. Ωστόσο, ο δείκτης παραγωγής ήταν κατά 8,6% χαμηλότερος από αυτόν του 2010 λόγω της πτώσης της διείσδυσης 2011-2012. Ταυτόχρονα, σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, ο κύκλος εργασιών των εταιρειών του κλάδου σημείωσε οριακή μείωση 0,1%, έναντι μείωσης 2,8% το 2013 σε επίπεδα χαμηλότερα από αυτά του 2010 κατά 7,2%.

Τα συνολικά έσοδα των κυριότερων εταιρειών του τομέα (90% είναι ΜΜΕ) αυξήθηκαν το 2016 σε 1,13 δισ. Ευρώ και αυξήθηκαν κατά 52,3 εκατ. Ευρώ (+ 5%). Το 44% των επιχειρήσεων του τομέα αντιμετώπισαν μείωση των εσόδων τους (44,0% του συνόλου). Αυτές οι 159 εταιρείες έχουν αποκλειστικό ή κύριο αντικείμενο την παραγωγή, τη μεταποίηση και τη συσκευασία των χημικών ουσιών. Ως εκ τούτου, το εισόδημά τους και δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την παραγωγή, τη μεταποίηση και τη συσκευασία των χημικών ουσιών.

Οι επιχειρήσεις αυτές είχαν το 2013, σε σχέση με το 2012, αυξημένα κέρδη κατά 26% (125,8 εκατ. Ευρώ), που αντιστοιχούσαν στο 11,1% των συνολικών εσόδων τους (9,3% το 2012).

Τα ίδια κεφάλαια αυτών των επιχειρήσεων (669,2 εκατ. Ευρώ την 31.12.2013) μειώθηκαν κατά 1% (-6,1 εκατ. Ευρώ) λόγω εκροών μερισμάτων. Παράλληλα, αύξησαν το σύνολο απασχολούμενων κεφαλαίων τους (1,47 δισ. Ευρώ στο τέλος του έτους) κατά 1% (9,1 εκατ. Ευρώ). Η αναλογία των ιδίων κεφαλαίων στο συνολικό κεφάλαιο των εταιρειών του κλάδου μειώθηκε στο 45,5% από 46,2% το 2012. Επίσης, οι συνολικές υποχρεώσεις τους (802,8 εκατ. Ευρώ στο τέλος του έτους) αυξήθηκαν κατά 2% (15,3 εκατ. Ευρώ) (178,7 εκατ. Ευρώ), παρά τις βραχυπρόθεσμες (624,1 εκατ. Ευρώ). Τα κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία ήταν κατά 47,5% χαμηλότερα από τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις τους. Τα πάγια στοιχεία ενεργητικού τους παρέμειναν σχεδόν αμετάβλητα (551,3 εκατ. Ευρώ).

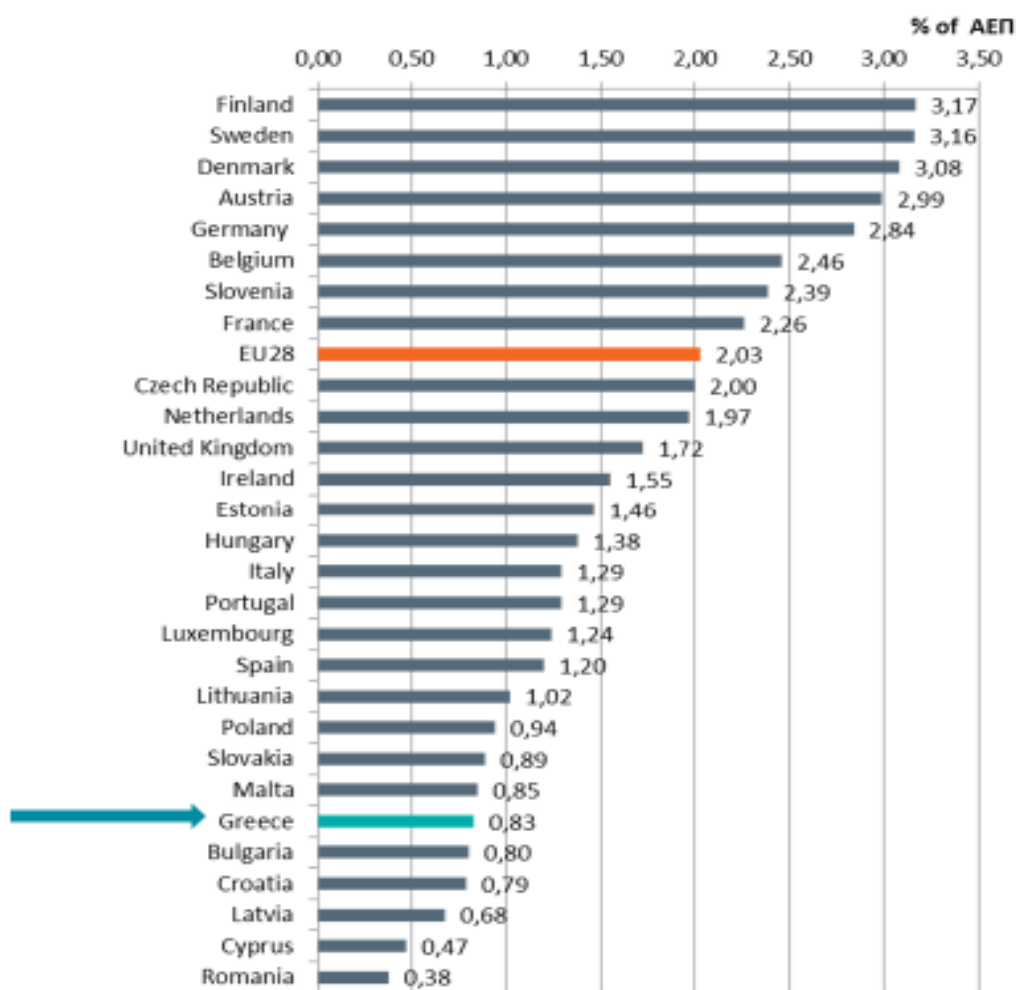
Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του Εθνικού Πληροφοριακού Συστήματος Έρευνας και Τεχνολογίας, η ακόλουθη εικόνα παρουσιάζει το χρονοδιάγραμμα των δαπανών Έρευνας & Ανάπτυξης σε σχέση και με το ΑΕΠ.



**Εικόνα 3: Δαπάνες Έρευνας & Ανάπτυξης στην Ελλάδα την περίοδο 2001 – 2014**

Πηγή: Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Έρευνας και Τεχνολογίας, 2014

Η Ελλάδα βρίσκεται κάτω από τον Μ.Ο. των 28 κρατών-μελών της ΕΕ όσον αφορά στις δαπάνες Έρευνας & Ανάπτυξης για το 2014.



**Εικόνα 4: E&A κατάταξη, ΕΕ 28, 2014**

Πηγή: Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Έρευνας και Τεχνολογίας, 2014

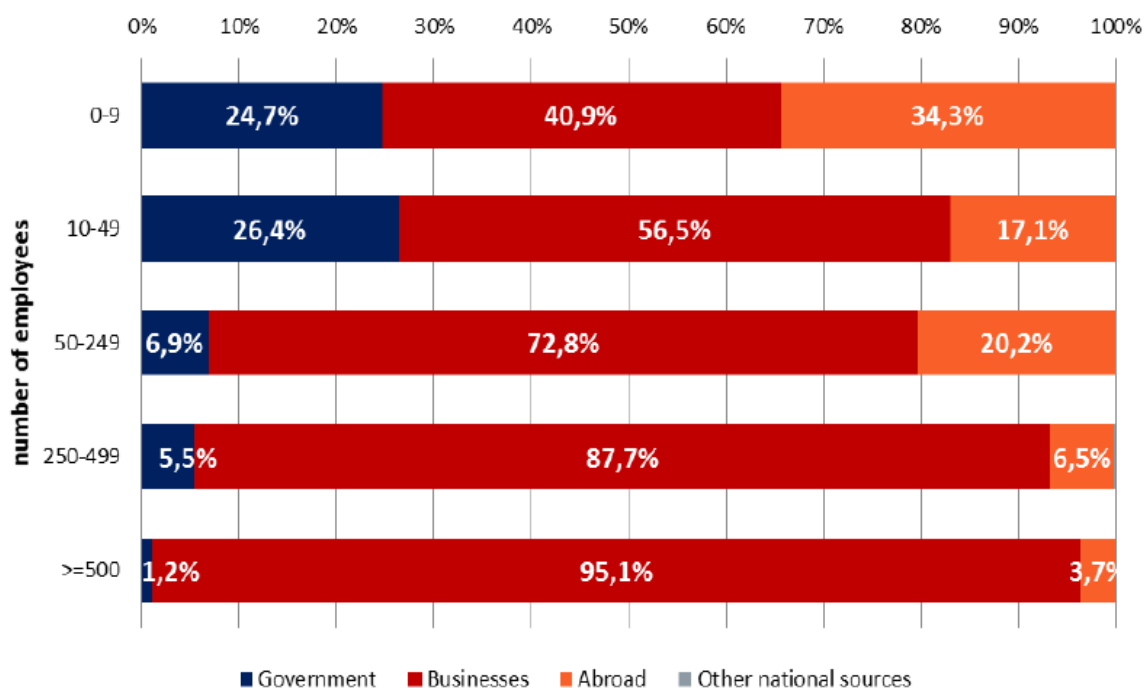
Σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα, οι δαπάνες για Ε & Α του τομέα χημικών προϊόντων αντιπροσωπεύουν το 1,66% των συνολικών δαπανών Ε & Α το 2011, οι οποίες μειώθηκαν στο 1,29% μέχρι το 2013, αν και οι συνολικές δαπάνες Ε & Α για όλους τους επιχειρηματικούς τομείς αυξήθηκαν κατά την ίδια περίοδο.

**Πίνακας 1: Δαπάνες Ε & Α στον επιχειρηματικό τομέα κατά οικονομική δραστηριότητα (σε εκατ. Ευρώ)**

|  | <b>2011</b>  | <b>2012</b> | <b>2013</b>  |
|--|--------------|-------------|--------------|
| Εθνικό επίπεδο   | 485,86       | 458,60      | 488,69       |
| Γεωργία, δασοκομία και αλιεία (01-03)  | 1,46         | :           | 0,96         |
| Ορυχεία και λατομεία (05-09)   | 0,38         | :           | 0,68         |
| Μεταποίηση (10-33)   | 190,58       | :           | 175,84       |
| Εστίαση (10-11)  | 16,87        | :           | 30,19        |
| <b>Κατασκευή χημικών προϊόντων (20)</b>  | <b>16,17</b> | <b>:</b>    | <b>12,63</b> |
| Παραγωγή βασικών φαρμακευτικών προϊόντων και παρασκευασμάτων (21)  | 60,31        | :           | 58,81        |
| Κατασκευή προϊόντων από καουτσούκ και πλαστικών (22)   | 2,13         | :           | 2,22         |
| Κατασκευή βασικών μετάλλων (24)  | 12,64        | :           | 11,01        |
| Μεταποιημένα μεταλλικά προϊόντα, υπολογιστές, ηλεκτρονικά και οπτικά προϊόντα, ηλεκτρονικός εξοπλισμός, μηχανήματα και εξοπλισμός, μηχανοκίνητα οχήματα, ρυμουλκούμενα και ημιρυμουλκούμενα, λοιπός εξοπλισμός μεταφοράς (25-30) | 60,67        | :           | 48,55        |
| Άλλες δραστηριότητες επεξεργασίας (12.13 to 19, 23, 31-33)   | 21,80        |             | 12,43        |
| Παροχή ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου, κλιματισμού, ύδρευσης, αποχέτευσης, διαχείρισης αποβλήτων και αποκατάστασης (35-39)  | 6,24         | :           | 6,12         |
| Κατασκευαστικός τομέας (41-43)   | 5,36         | :           | 2,37         |
| Υπηρεσίες (45-82)  | 279,83       | :           | 300,11       |
| Χονδρικό και λιανικό εμπόριο. Επισκευή μηχανοκίνητων οχημάτων και μοτοσικλετών (45-47)   | 29,86        | :           | 65,03        |
| Μεταφορά και αποθήκευση (49-53)  | 0,18         | :           | 4,42         |
| Δραστηριότητες διαμονή και υπηρεσίες φαγητού (55-56)   | :c           | :           | 0,70         |
| Τηλεπικοινωνίες (58-63)  | 69,94        | :           | 73,04        |
| Χρηματοοικονομικές και ασφαλιστικές δραστηριότητες (64-66)   | 102,46       | :           | 103,21       |
| Επαγγελματικές, επιστημονικές και τεχνικές δραστηριότητες (69-75)  | 76,83        | :           | 53,29        |
| Διοικητικές και υποστηρικτικές δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών (77-82)  | :c           | :           | 0,42         |
| Δημόσια διοίκηση και άμυνα (84-85)   | 1,20         |             | 1,30         |
| Δραστηριότητες σχετικές με τον τομέα της υγείας και της κοινωνικής εργασίας (86-88)  | 0,36         |             | 1,10         |
| Τέχνες, ψυχαγωγία (90-93) Άλλες δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών (94-99)   | 0,46         |             | 0,20         |
| <i>Πηγή: Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Έρευνας και Τεχνολογίας, 2013</i>   |              |             |              |



Οι πηγές χρηματοδότησης για δραστηριότητες E & A από τις ελληνικές ΜΜΕ (όλους τους τομείς) δίνονται στην ακόλουθη εικόνα.



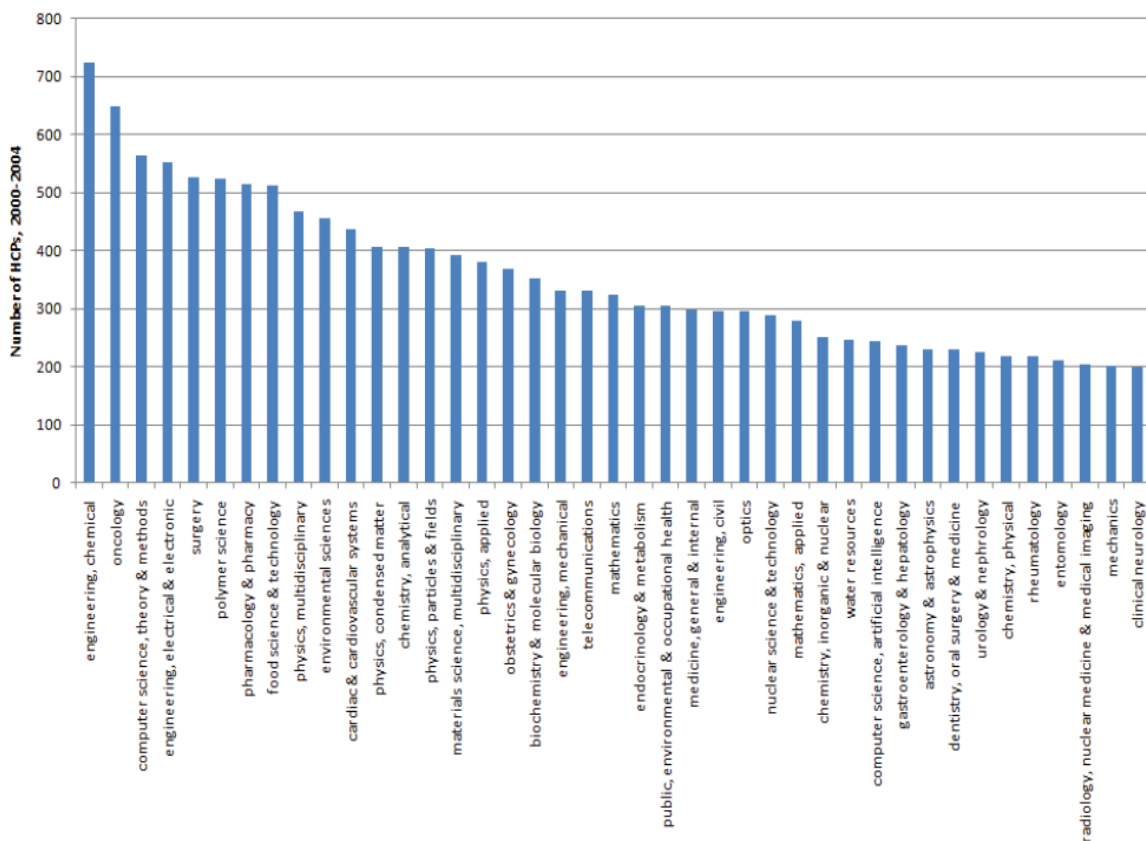
Source: EKT, official national R&D statistics, 2013.

### Εικόνα 5: Ελληνικές ΜΜΕ – E&A χρηματοδότηση το 2013

Τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζουν τον τρόπο με τον οποίο συμβαίνουν τα πράγματα στον τομέα των χημικών προϊόντων σχετικά με τη χρηματοδότηση της E & A. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι ΜΜΕ χρησιμοποιούν κυρίως τη δική τους χρηματοδότηση για δραστηριότητες E & A και καινοτομίας.

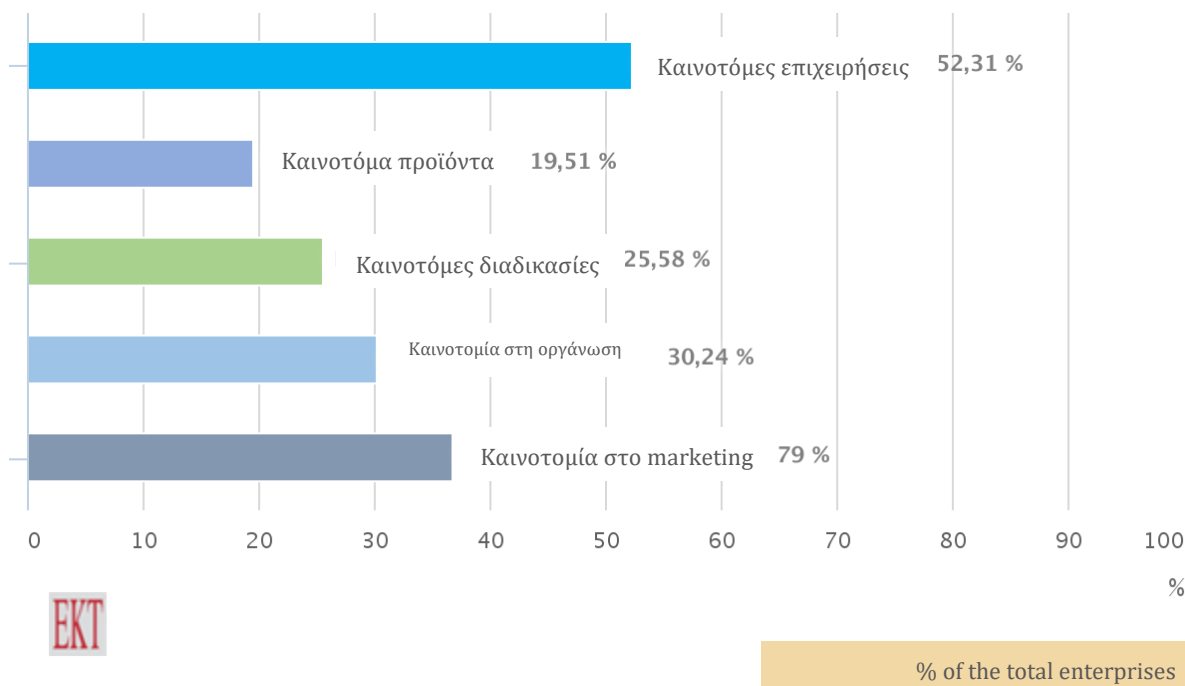
Τα δέκα πεδία με τον μεγαλύτερο αριθμό δημοσιευμένων εργασιών σε κορυφαίο επίπεδο είναι: χημική μηχανική, ογκολογία, επιστήμη των υπολογιστών, ηλεκτρονική μηχανική, χειρουργική, πολυμερή, φαρμακολογία, επιστήμη και τεχνολογία τροφίμων, φυσική και περιβαλλοντικές επιστήμες.

Το γεγονός ότι η «χημική μηχανική» βρίσκεται συνήθως στην κορυφή των δημοσιευμένων εργασιών αποδεικνύει ότι υπάρχει σημαντική προοπτική για καινοτομία και ανταγωνιστικότητα. Γι' αυτό και είναι πολύ σημαντικό να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ ακαδημίας και χημικής βιομηχανίας ώστε να ξεπεραστεί η οικονομική ύφεση και να επιτευχθούν οι ευρωπαϊκοί στόχοι.



**Εικόνα 6: Αριθμός δημοσιευμένων εργασιών με υψηλό αριθμό αναφορών, ανά ερευνητικό πεδίο**

Προκειμένου να δημιουργηθεί μια σαφής εικόνα για την καινοτομία στην Ελλάδα, είναι πολύ σημαντικό να μελετήσουμε τα διάφορα είδη καινοτομίας. Η πλειοψηφία των ΜΜΕ επενδύει περισσότερο στην οργάνωση και την εμπορική καινοτομία παρά στην καινοτομία προϊόντων και διαδικασιών. Το αποτέλεσμα εξηγείται από τη δομή της ελληνικής οικονομίας (ο τομέας των υπηρεσιών είναι ο μεγαλύτερος στην Ελλάδα).



**Εικόνα 4: Καινοτόμες επιχειρήσεις ανά τύπο καινοτομίας, σύμφωνα με την έρευνα της ΕΚΤ & ΕΛΣΤΑΤ, Έρευνα Καινοτομίας στις ελληνικές επιχειρήσεις τα τρία χρόνια 2010-2012**

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, κατά την τριετία 2010-2012, το 52,31% των ελληνικών εταιρειών φαίνεται να παράγει καινοτόμα αποτελέσματα σε τουλάχιστον έναν από τους παραπάνω τύπους καινοτομίας. Η πλειονότητα των επιχειρήσεων είναι πρωτοποριακή στο μάρκετινγκ (36,79%) και την οργάνωση (30,24%). Το 25,58% των εταιρειών αναπτύσσει καινοτόμες διαδικασίες, ενώ το 19,51% αναπτύσσει καινοτόμα προϊόντα, είτε αγαθά είτε υπηρεσίες.

## **2. Η καινοτομία στα νέα προϊόντα και οι προοπτικές τους**

Η δομή του χημικού τομέα και της ελληνικής οικονομίας γενικά, παίζει σημαντικό ρόλο στην καινοτομία των προϊόντων. Οι βασικές τάσεις της καινοτομίας των προϊόντων είναι:

- Νανο-υλικά
- Σύνθετα υλικά
- Βιοχημικά χημικά
- Πολυμερή και ρητίνες
- Υλικά συσκευασίας
- Υλικά για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων
- Μπαταρίες ιόντων λιθίου
- Προϊόντα για ανανεώσιμη ενέργεια και αποθήκευση άνθρακα
- Προϊόντα για εναλλακτική ενέργεια
- Χημικά προϊόντα επεξεργασίας νερού
- Αγροτικά προϊόντα
- Φαρμακευτικά προϊόντα
- Βιοτεχνολογικά προϊόντα
- Καλλυντικά
- Αγροπροϊόντα

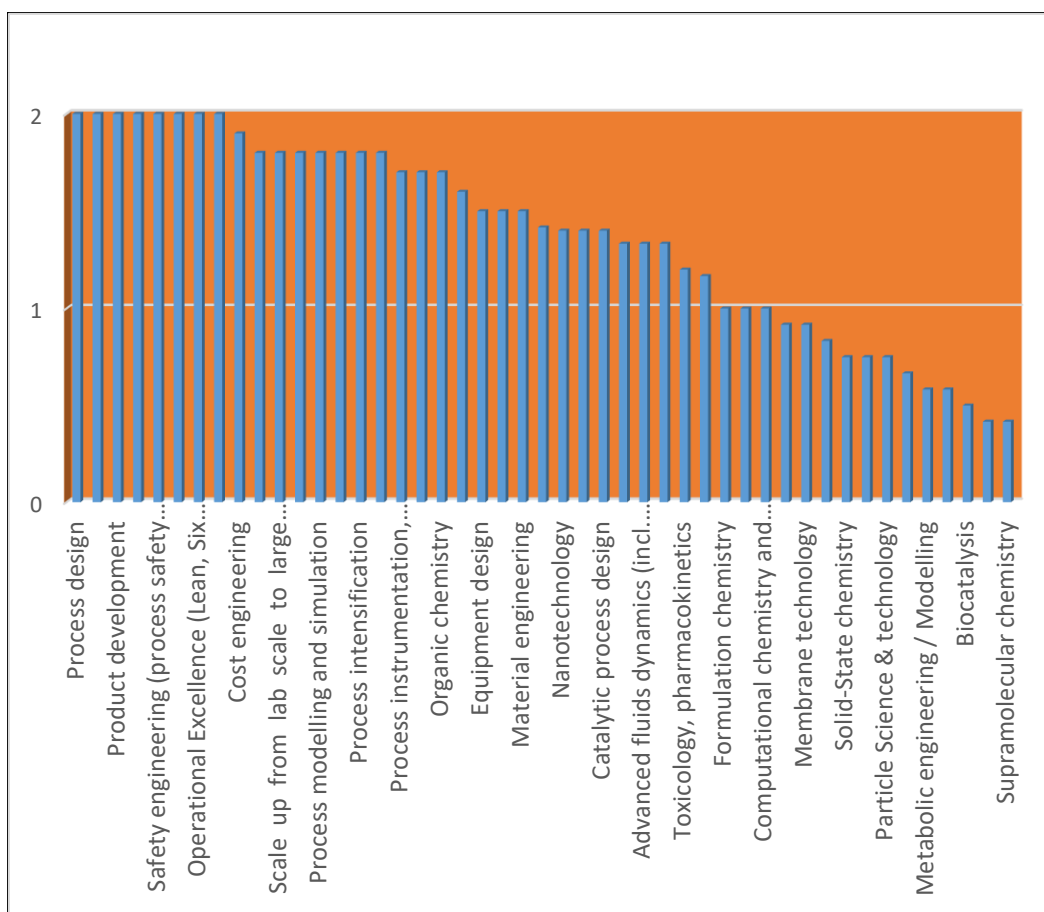
Οι προαναφερόμενες τάσεις καινοτομίας συνδέονται με την εθνική στρατηγική για την καινοτομία και την εξειδίκευση. Η προοπτική είναι να ενισχυθεί η εξωστρέφεια της οικονομίας, να ενισχυθούν οι επενδύσεις και να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας για νέους επιστήμονες μειώνοντας την απόσταση στην κατάταξη μεταξύ της Ελλάδας και του μέσου όρου της ΕΕ όσον αφορά την καινοτομία.

### 3. Απαιτούμενες δεξιότητες για καινοτομία με έμφαση στην ανάπτυξη των MME

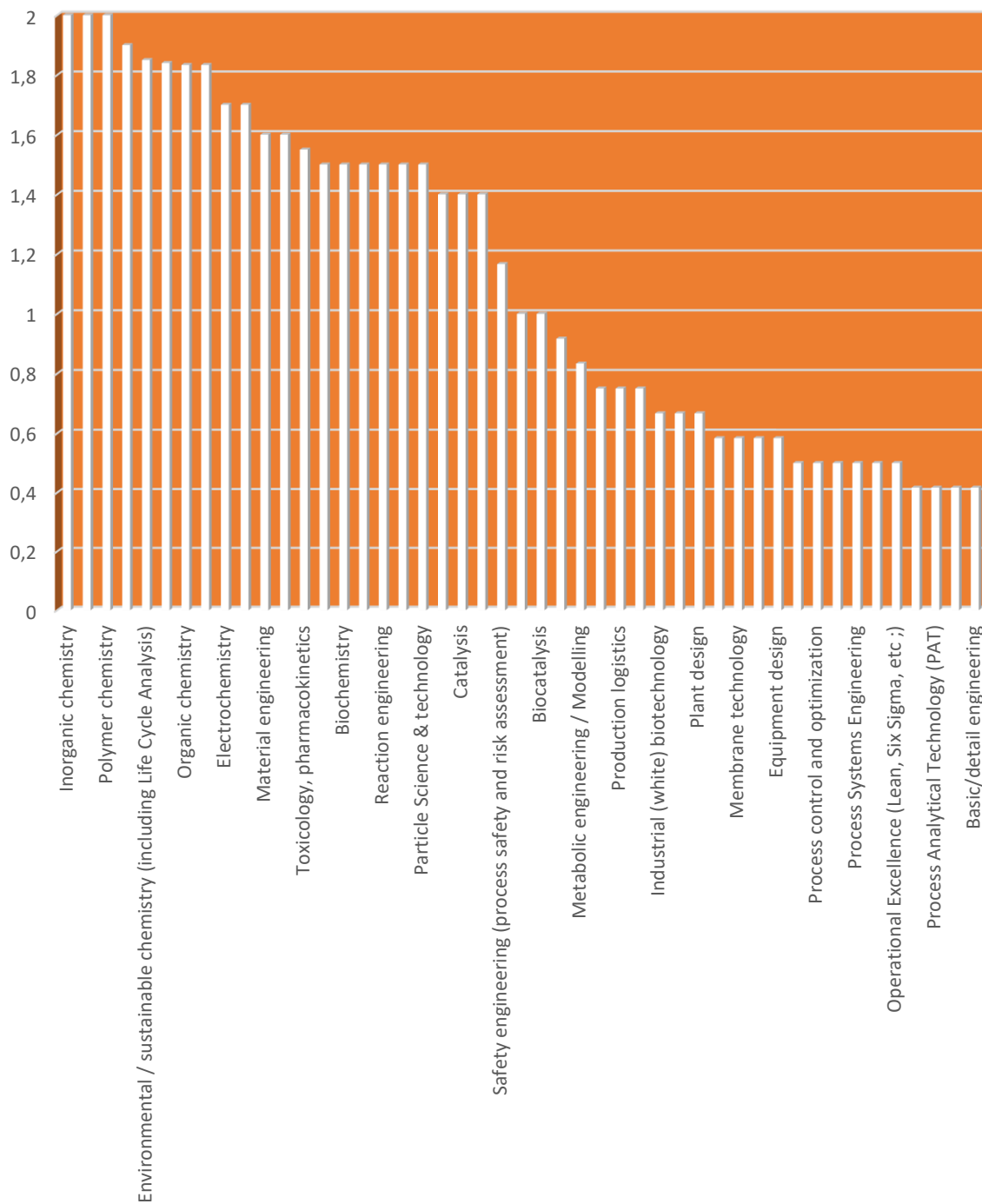
Οι σημαντικότερες δεξιότητες που απαιτεί ο κλάδος της χημικής βιομηχανίας από τους νέους μηχανικούς και επιστήμονες συγκεντρώθηκαν μέσω ενός ερωτηματολογίου που μοιράστηκε μεταξύ των μελών της Ελληνικής Ένωσης Χημικών Βιομηχανιών αλλά και άλλων βιομηχανιών και επιχειρήσεων που δεν είναι μέλη του σωματείου. Συνολικά, το ερωτηματολόγιο στάλθηκε σε περισσότερες από 94 εταιρείες του κλάδου. Η συλλεγμένη πληροφορία προέρχεται από 21 επιχειρήσεις που απασχολούνται σε διάφορους τομείς της χημικής βιομηχανίας όπως: Επικαλύψεις και μελάνια, Περιβαλλοντική Διαχείριση, Βιοκτόνα, Λιπάσματα, Βιομηχανικά Αέρια, Οικοδομικά Υλικά, Πολυμερή, Καλλυντικά, Φορείς Πιστοποίησης, χημικά επεξεργασίας νερού.

Τα αποτελέσματα της έρευνας συνοψίζονται στα ακόλουθα γραφήματα (ξεχωριστά γραφήματα για μηχανικούς και επιστήμονες):

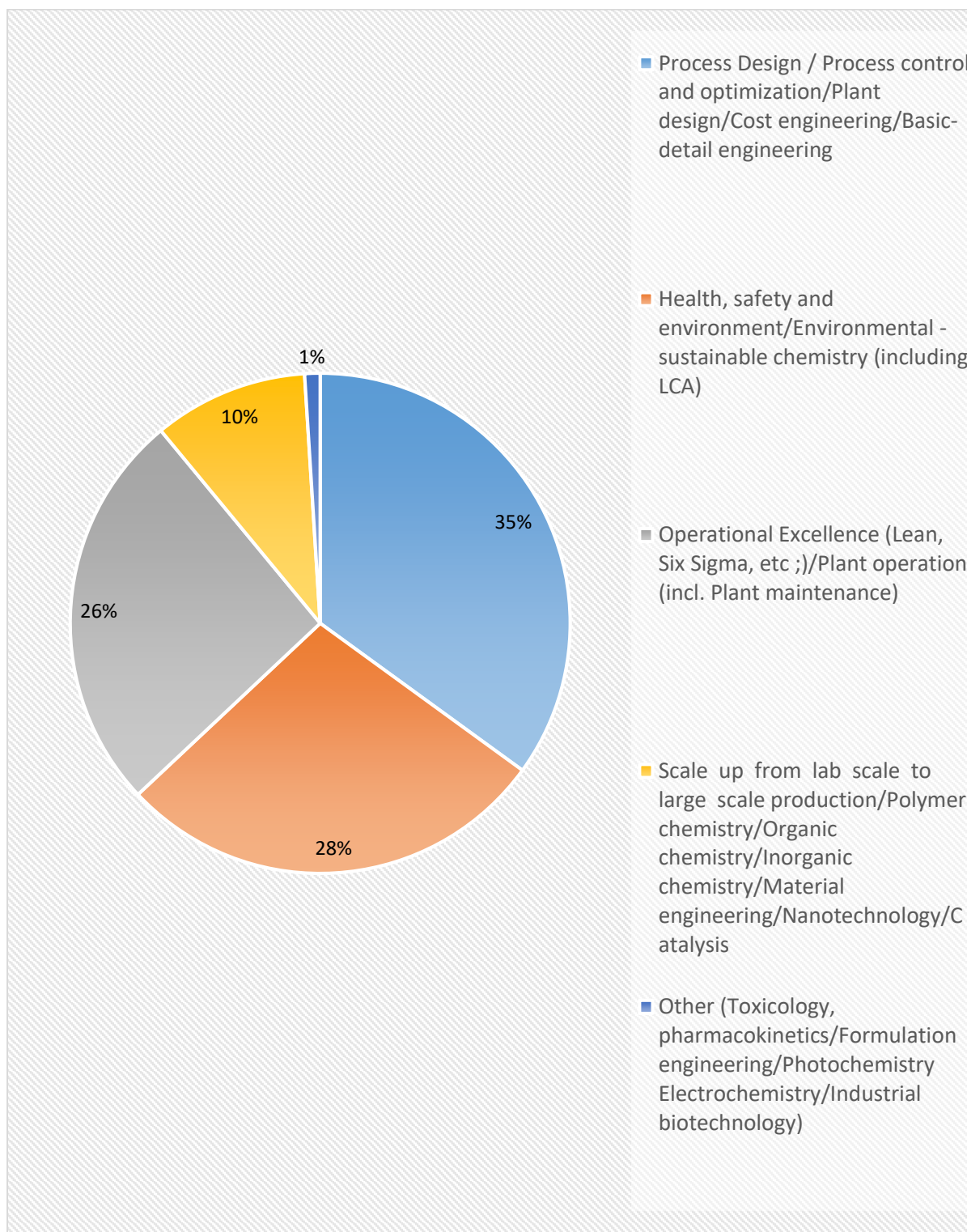
- **Δεξιότητες ύψιστης σημασίας για νέους μηχανικούς:**



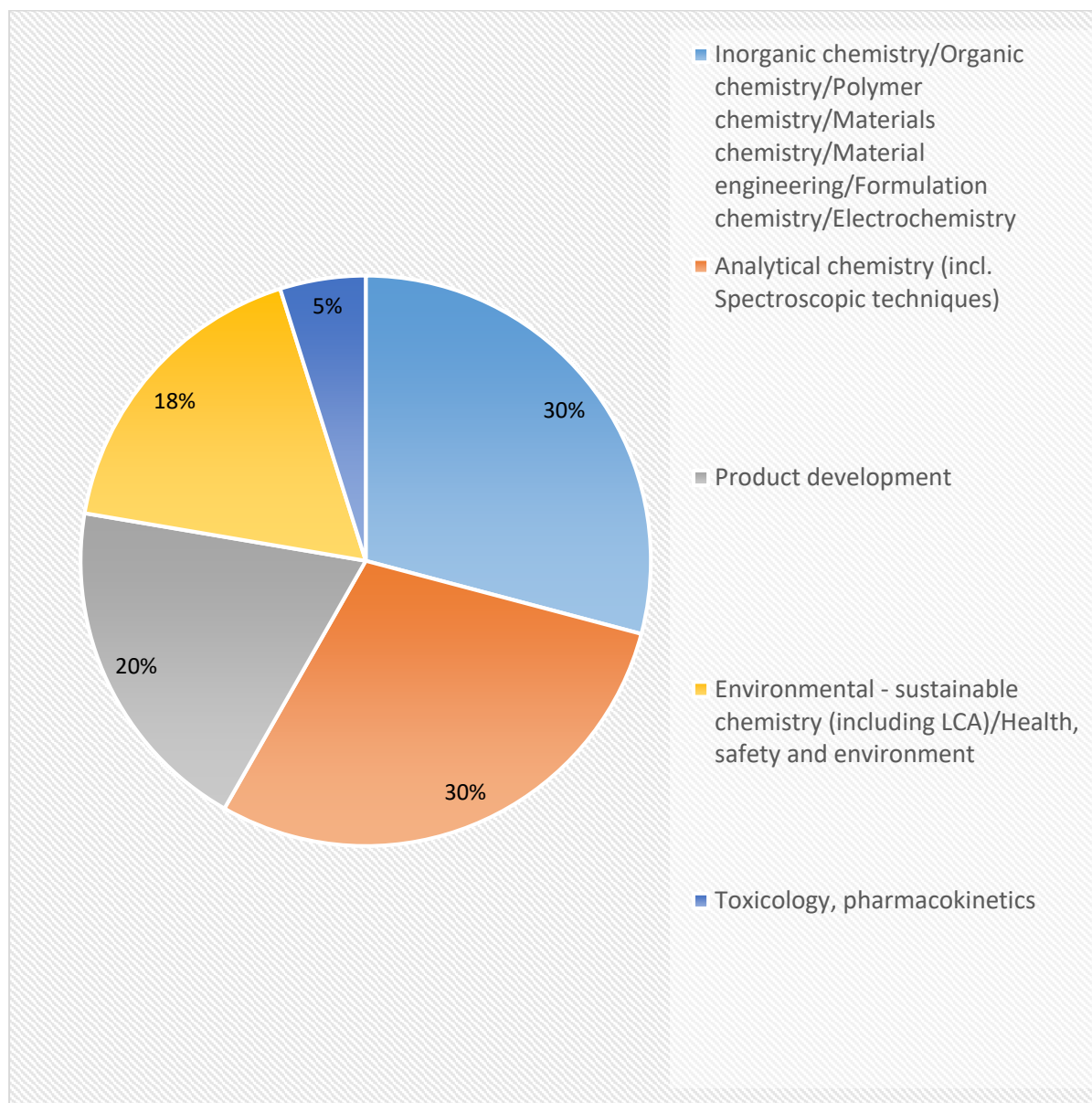
• **Δεξιότητες ύψιστης σημασίας για νέους επιστήμονες:**



- **Πέντε πιο σημαντικές επιστημονικές και τεχνικές δεξιότητες για νέους μηχανικούς:**



- **Πέντε πιο σημαντικές επιστημονικές και τεχνικές δεξιότητες για νέους επιστήμονες**



**Αποτελέσματα:**

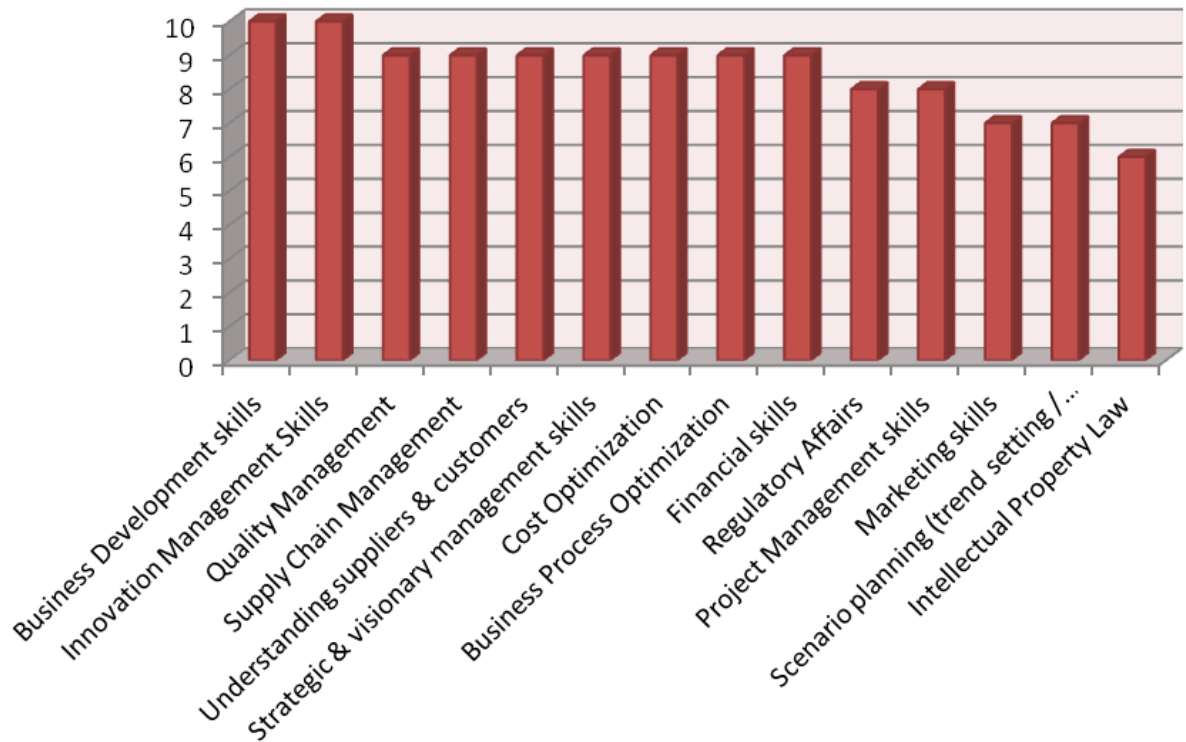
- ✓ Οι απαιτούμενες δεξιότητες για τους μηχανικούς επικεντρώνονται κυρίως στη μηχανική των διαδικασιών (σχεδιασμός διεργασιών, έλεγχος και βελτιστοποίηση της διαδικασίας, κ.λπ.). Τα ευρήματα για τις 5 σημαντικότερες δεξιότητες είναι σε πλήρη συμφωνία με τα προηγούμενα σωρευτικά αποτελέσματα για τους μηχανικούς.
- ✓ Οι απαιτούμενες δεξιότητες για τους επιστήμονες θεωρούνται αυτές που σχετίζονται με τη χημεία (πολυμερή, ανόργανη χημεία και χημεία υλικών). Η χημεία πολυμερών και γενικά η χημεία είναι η πιο σημαντική δεξιότητα που



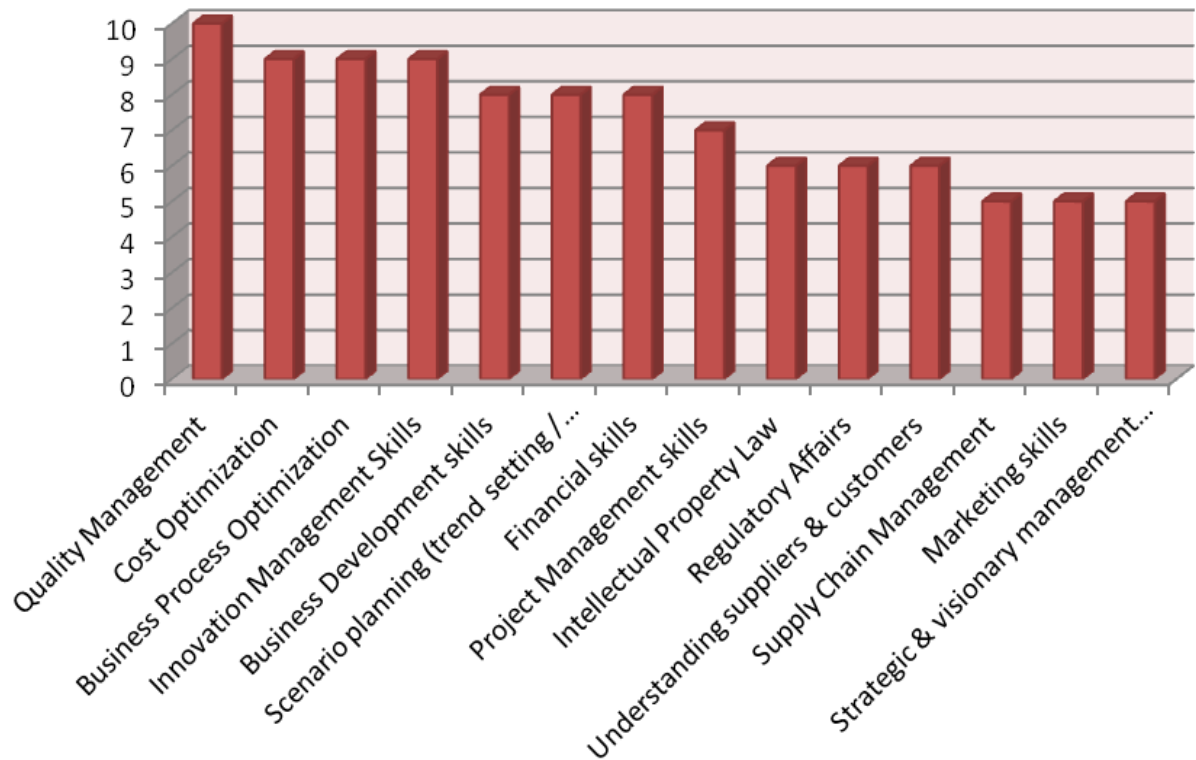
απαιτούν οι βιομηχανίες από τους επιστήμονες για την επιτυχή εκτέλεση των καθηκόντων τους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τις επιχειρηματικές δεξιότητες των μελλοντικών μηχανικών και επιστημόνων συνοψίζονται στα ακόλουθα γραφήματα:

- **Επιχειρηματικές δεξιότητες για νέους μηχανικούς:**



- **Επιχειρηματικές δεξιότητες για νέους μηχανικούς:**

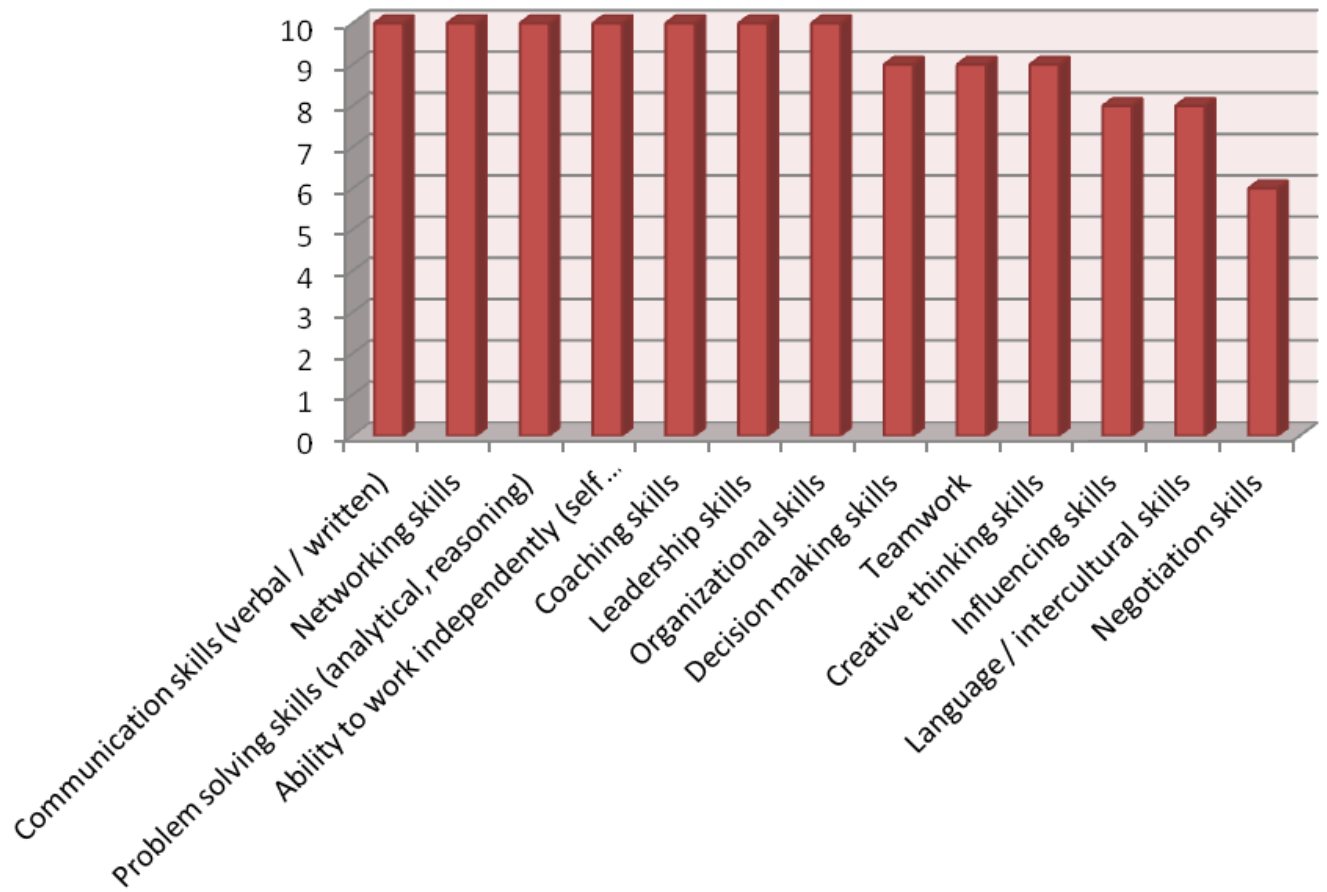


**Αποτελέσματα:**

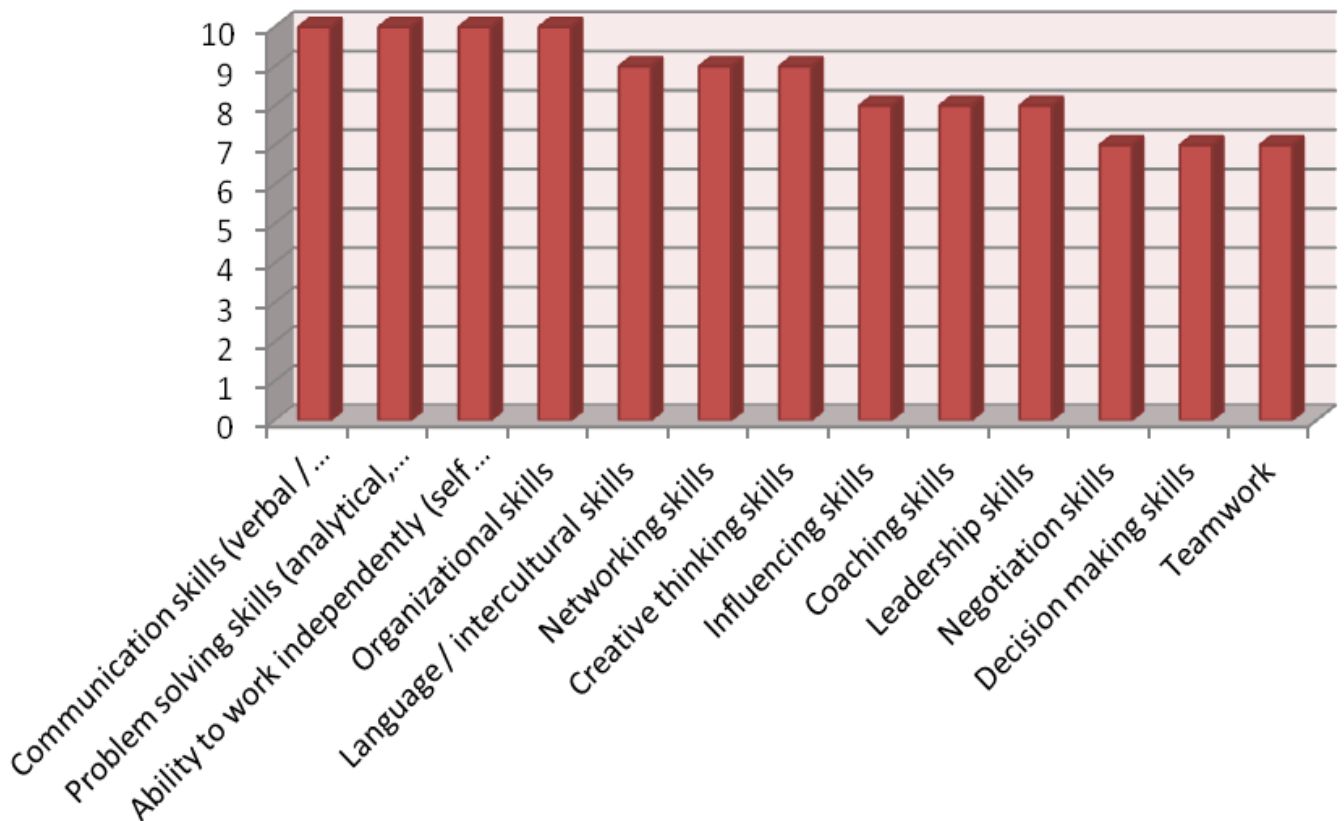
- ✓ Οι μηχανικοί θα πρέπει να έχουν ένα μεγάλο εύρος διεπιστημονικών δεξιοτήτων που κυμαίνονται από την ανάπτυξη μιας επιχείρησης μέχρι δεξιότητες πάνω στο μάρκετινγκ.
- ✓ Γενικά, οι μηχανικοί είναι υπεύθυνοι σε μεγαλύτερο βαθμό για τη μετατροπή μίας ιδέας σε βιώσιμη αγορά.
- ✓ Οι δεξιότητες διαχείρισης ποιότητας και ανάπτυξης μιας επιχείρησης είναι εξίσου σημαντικές για τους μηχανικούς.
- ✓ Η διαχείριση ποιότητας είναι μια βασική δεξιότητα που οι βιομηχανίες απαιτούν από έναν νέο επιστήμονα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τις προσωπικές δεξιότητες των μελλοντικών μηχανικών και επιστημόνων συνοψίζονται στα ακόλουθα διαγράμματα:

- **Προσωπικές δεξιότητες για νέους μηχανικούς:**



- **Προσωπικές δεξιότητες για νέους επιστήμονες**



**Αποτελέσματα:**

- ✓ Οι δεξιότητες επικοινωνίας, επίλυσης προβλημάτων και η ικανότητα ανεξάρτητης εργασίας είναι οι πιο σημαντικές δεξιότητες και για τις δύο μελετώμενες περιπτώσεις.
- ✓ Η ικανότητα επιτυχούς συνεργασίας είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη καινοτομιών υψηλού επιστημονικού και τεχνολογικού επιπέδου και για την προώθηση της καινοτομίας στην ευρωπαϊκή βιομηχανία.
- ✓ Και οι μηχανικοί και οι επιστήμονες πρέπει να επικεντρωθούν σε διαφορετικές προσωπικές δεξιότητες για να φέρουν εις πέρας αποτελεσματικά το διεπιστημονικό τους έργο.
- ✓ Η επίλυση προβλημάτων και οι δεξιότητες επικοινωνίας θεωρούνται κρίσιμες για τους μηχανικούς, προκειμένου να προωθηθούν ιδέες καινοτομίας.

## 4. Τρέχουσα κατάσταση στην εκπαίδευση

Στην Ελλάδα, η απόκτηση πτυχίου στη Χημική Μηχανική απαιτεί πενταετείς σπουδές (με διατριβή και πρακτική άσκηση). Το ίδιο ισχύει και για τις τρεις Σχολές Χημικών Μηχανικών στην Ελλάδα (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα). Ο Εθνικός Οργανισμός Πιστοποίησης Προσόντων και Επαγγελματικού Προσανατολισμού (Ε.Ο.Π.Π.Π.) συμπεριλαμβάνει το πτυχίο Μηχανικής στο 6ο Επίπεδο Προσόντων, αν και η πλειοψηφία των ευρωπαϊκών πανεπιστημίων αναγνωρίζει το πτυχίο της Μηχανικής από το Ελληνικό Πολυτεχνείο ως Master.

Η μεγάλη πρόκληση στη σύγχρονη εκπαίδευση της Χημικής Μηχανικής είναι ο φοιτητής να κατανοήσει μία διαδικασία από το μοριακό έως το μακροσκοπικό επίπεδο. Ο πυρήνας του προγράμματος σπουδών Χημικών Μηχανικών περιλαμβάνει: Εφαρμοσμένα μαθηματικά, ισοζύγια μάζας και ενέργειας, φυσική και ιδιότητες αερίων, υγρών και στερεών, μηχανική ρευστών, μεταφορά θερμότητας και μάζας, θερμοδυναμική, κινητική χημικών και βιολογικών αντιδράσεων καθώς και θέματα όπως ο σχεδιασμός μιας διαδικασίας, η προσαρμογή και η βελτιστοποίηση.

Οι εκπαιδευτικοί στόχοι των προγραμμάτων σπουδών των Σχολών Χημικών Μηχανικών στην Ελλάδα έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ✓ Ικανότητα αναγνώρισης, διατύπωσης και επίλυσης μηχανικών προβλημάτων.
- ✓ Ικανότητα σχεδιασμού και διεξαγωγής πειραμάτων, ανάλυση και ερμηνεία πειραματικών μετρήσεων
- ✓ Δυνατότητα εφαρμογής σύνθετων μαθηματικών γνώσεων, φυσικής, χημείας, βιολογίας και μηχανικής, χρησιμοποιώντας και αναπτύσσοντας τις δεξιότητές τους στις ιδιαίτερες απαιτήσεις ενός έργου, αναζητώντας δημιουργικές / καινοτόμες λύσεις σε τεχνικά προβλήματα.
- ✓ Ικανότητα σχεδιασμού ενός συστήματος, στο σύνολό του και των επιμέρους συστατικών του, ή μιας διαδικασίας για την κάλυψη ειδικών αναγκών, αλλά και ρεαλιστικών ειδικών περιορισμών, όπως

- ✓ Δυνατότητα αποτελεσματικής συμμετοχής σε ομάδες και αποτελεσματική επικοινωνία.
- ✓ Κατανόηση της επαγγελματικής και ηθικής ευθύνης και της χρήσης της γνώσης προς όφελος της κοινότητας, της κοινωνίας, της χώρας.

Τα Μεταπτυχιακά Μαθήματα που προσφέρονται από τις Σχολές Χημικών Μηχανικών ή με συνεργασία με άλλες σχολές είναι:

- Επιστήμη και Μηχανική Υλικών
- Υπολογιστική Μηχανική Προστασία Μνημείων, Χώρων και Συγκροτημάτων
- Συστήματα Αυτοματισμού Athens Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
- Παραγωγή και διαχείριση ενέργειας, προστασία μνημείων, τοποθεσιών και συμπλεγμάτων
- Περιβάλλον και Ανάπτυξη
- Μαθηματική Μοντελοποίηση στις Σύγχρονες Τεχνολογίες και Οικονομικά
- Εκπαίδευση Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες
- Μεταπτυχιακό μάθημα στη βιομηχανική διαχείριση

Επιπλέον, υπάρχουν πέντε Σχολές Χημικών στην Ελλάδα (Αθήνα, Πάτρα, Ιωάννινα, Θεσσαλονίκη και Ηράκλειο). Σκοπός των τμημάτων είναι η κατάρτιση επιστημόνων, ικανών να μεριμνούν για τη μελέτη και την έρευνα της δομής, της σύνθεσης και των μετασχηματισμών της οργανικής και ανόργανης ύλης.

Τα μεταπτυχιακά ή διατμηματικά μεταπτυχιακά διπλώματα οδηγούν στο αντίστοιχο δίπλωμα μεταπτυχιακής ειδίκευσης με ελάχιστη διάρκεια 17 μηνών. Μετά την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, ο φοιτητής μπορεί να προχωρήσει στην υποβολή διδακτορικής διατριβής.

Η φοίτηση στη Χημεία γίνεται σε τέσσερα χρόνια σπουδών με 8 εξάμηνα (συμπεριλαμβανομένης της διατριβής) που οδηγούν στο Δίπλωμα. Κάθε χρόνο τα

μαθήματα διδάσκονται σε δύο εξάμηνα και οι εξετάσεις πραγματοποιούνται τρεις φορές το χρόνο. Στο αναλυτικό πρόγραμμα υπάρχουν υποχρεωτικά και μαθήματα επιλογής. Πολλά από τα υποχρεωτικά ή μαθήματα επιλογής συνοδεύονται από την πρακτική εξάσκηση των φοιτητών στα εργαστήρια, τα οποία είναι υποχρεωτικά.

Κατά τη διάρκεια των σπουδών στη Χημεία, ο φοιτητής αποκτά μια σημαντική βάση γνώσεων, που λαμβάνεται με τη συγκέντρωση των αναγκαίων θεωρητικών δεδομένων της επιστήμης της χημείας (δομή της ύλης, ανάλυση, σύνθεση, παραγωγή) σε εργαστηριακές τεχνικές, καθώς και πολλά στοιχεία τεχνολογικής γνώσης. Ένας χημικός μετά την αποφοίτησή του εξειδικεύεται στους τομείς που συνδέονται άμεσα με τη μελλοντική του επαγγελματική σταδιοδρομία ή και τα προσωπικά του ενδιαφέροντα.

Τα Μεταπτυχιακά Μαθήματα που προσφέρονται από τις Σχολές Χημείας ή από συνεργασία με άλλα σχολεία είναι:

- Το Τμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη Χημεία
- Το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Επιστήμη Πολυμερών"
- Το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Εκπαίδευση στη Χημεία - Νέες Τεχνολογίες Διδασκαλίας"
- Το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Χημική Ανάλυση - Ποιοτικός Έλεγχος"
- Το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Βιολογική Σύνθεση και οι Εφαρμογές της στη Χημική Βιομηχανία"
- Το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στην "Κατάλυση οι Εφαρμογές της"
- Το Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Ωκεανογραφία - Διαχείριση Θαλάσσιου Περιβάλλοντος" συντονισμένο από το Τμήμα Γεωλογίας
- Το Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Κλινική Βιοχημεία - Μοριακή Διαγνωστική", συντονισμένο από το Τμήμα Βιολογίας

## **5. Υποστήριξη των ενδιαφερόμενων φορέων με βάση τις απαιτούμενες δεξιότητες που εντοπίστηκαν**

Κατά τη διάρκεια των σπουδών, προβλέπονται αρκετές επισκέψεις φοιτητών σε βασικούς βιομηχανικούς κλάδους (εταιρείες / ΜΜΕ), προκειμένου να ενισχυθεί η καινοτόμος τριτοβάθμια εκπαίδευση των επιστημόνων. Ο βιομηχανικός τομέας συμμετέχει επίσης στη χρηματοδότηση διαφόρων επιστημονικών κοινωνικών εκδηλώσεων και δραστηριοτήτων (π.χ. βραδιά ερευνητών 2014 και 2015. Τέλος, ένα βασικό μέρος του τρέχοντος προγράμματος σπουδών Χημικών Μηχανικών, αποτελούν επίσης οι πρακτικές άσκησης (2 μήνες, πρόγραμμα σπουδών SCE).

Η αξιολόγηση των Σχολών Χημικών Μηχανικών της Ελλάδας με βάση τη διεθνή κατάταξη "QS - Top Universities / World University Ranking" για τα τελευταία τρία χρόνια (2012-2014) διακήρυξε τη διεθνή αναγνώριση των σχολείων, τα οποία συγκαταλέγονται στις 150 καλύτερες σχολές Χημικών Μηχανικών παγκοσμίως και μεταξύ των 50 καλύτερων Ευρωπαϊκών Σχολών.

Η κατάταξη των διαφόρων σχολών βασίζεται σε τέσσερις δείκτες (ακαδημαϊκή φήμη, δυνατότητα απασχόλησης, δημοσιευμένες εργασίες, αναφορές h-index). Οι πρώτοι 2 δείκτες, (με βαρύτητα 40% και 30% αντίστοιχα) προσδιορίζονται με βάση ένα μεγάλο όγκο ερωτηματολογίων που μοιράζονται σε ακαδημαϊκούς κύκλους και επιχειρήσεις αντίστοιχα. Ο 3ος και 4ος δείκτης (15% βαρύτητα ο καθένας), προσδιορίζονται βάσει αντικειμενικών κριτηρίων που καθορίζονται από τις συνθήκες της βιβλιογραφικής βάσης δεδομένων Scopus.

Η Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ ξεκίνησε πρόσφατα τη διαδικασία αναβάθμισης του προγράμματος σπουδών (οι Σχολές Χημικών Μηχανικών της Θεσσαλονίκης και της Πάτρας αναθεώρησαν πρόσφατα τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών τους), με την υποστήριξη του Συνδέσμου Ελληνικών Χημικών Βιομηχανιών (HACI) και της Ελληνική Ένωση Χημικών Μηχανικών (HACE). Το χρονοδιάγραμμα που ορίστηκε από την επιτροπή προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών για το νέο πρόγραμμα σπουδών αναμένεται να εγκριθεί για την νέα ακαδημαϊκή χρονιά 2017/2018.

Το HACE συνεργάζεται στενά με τις Σχολές Χημικών Μηχανικών και ειδικότερα με τη Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ (λόγω του γεγονότος ότι οι περισσότεροι



από τους χημικούς μηχανικούς ζουν και εργάζονται στην Αττική), παρέχοντας επαγγελματική κατάρτιση για νέους επαγγελματίες από την άποψη των νέων διαδικασιών, νέων καινοτόμων προϊόντων, χημικής νομοθεσίας, περιβαλλοντικών πρότυπων υγείας και ασφάλειας, διαχείρισης έργων, νομοθεσίας περί πνευματικών ιδιοκτησιών κ.λπ.

Το Τεχνολογικό και Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου (LTCP), είναι ένα σώμα επιστημονικής έρευνας, εκπαίδευσης και πολιτισμού. Ιδρύθηκε στη θέση της παλιάς Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων του Λαυρίου (Compagnie Francaise des Mines du Laurium) το 1992, ως αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας που ανέλαβε το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Το LTCP στοχεύει στη σύνδεση της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας που διεξάγεται στην Αθήνα με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του επιχειρηματικού κόσμου. Σήμερα, το LTCP είναι ουσιαστικά το μοναδικό Τεχνολογικό Πάρκο στην Αττική, το οποίο ειδικεύεται σε τομείς - κλειδιά της σύγχρονης τεχνολογίας, όπως η τεχνολογία της πληροφορικής, οι τηλεπικοινωνίες, η ρομποτική, η τεχνολογία λέιζερ, η περιβαλλοντική τεχνολογία, η ενέργεια, η ναυπηγική βιομηχανία, Νανο-δομές κ.λπ.

Η Μονάδα Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, θα δημιουργήσει επίσης ένα νέο πρόγραμμα για την προώθηση της επιχειρηματικότητας των φοιτητών μέσω των νέων επιχειρήσεων και των spin-offs κατά το 2017.

## **6. Διοικητικές πράξεις και χρονοδιάγραμμα για την εφαρμογή ενός νέου προγράμματος σπουδών**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το νέο πρόγραμμα σπουδών για τη Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ βρίσκεται σε εξέλιξη και αναμένεται να εγκριθεί από το 2017. Η αρμόδια επιτροπή για το νέο πρόγραμμα σπουδών συνεργάζεται στενά με τον Ελληνικό Σύλλογο Χημικών Μηχανικών και τον Ελληνικό Σύνδεσμο Χημικών Βιομηχανιών. Κατά τη διάρκεια του τρέχοντος έτους θα πραγματοποιηθούν αρκετές συνεδριάσεις της επιτροπής προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών (συμπεριλαμβανομένων και των εξωτερικών φορέων όπως οι σχετικές ενώσεις), προκειμένου να οριστικοποιηθεί το σχέδιο πρότασης για το νέο πρόγραμμα σπουδών που θα εισαχθεί στη Γενική Συνέλευση της Σχολής, η οποία θα λάβει τις τελικές αποφάσεις.

Τα βασικά εμπόδια για την καινοτομία των προγραμμάτων σπουδών για την τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι:

- Υποχρηματοδότηση της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης από το κράτος. Για παράδειγμα, τα κρατικά κεφάλαια έχουν μειωθεί περισσότερο από 80% από το 2010 για τις Σχολές Χημικών Μηχανικών!

- Έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ πανεπιστημίων και βιομηχανίας.

- Περιορισμοί από το κράτος στην πρόσληψη νέων καθηγητών και ερευνητικού προσωπικού για τα δημόσια πανεπιστήμια λόγω της χρηματοπιστωτικής κρίσης.

- Πανεπιστημιακά ενδογενή προβλήματα σχετικά με τη συμμόρφωση με τα στρατηγικά σχέδια, με την άρνηση της διαδικασίας αξιολόγησης κλπ.

- Δεν υπάρχουν νομικά ή διοικητικά εμπόδια για την καινοτομία των προγραμμάτων σπουδών.

# Annex I – Questionnaire

## Interviewee and company information

Please complete the table below

|                                  |                                 |                                   |                                |
|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Name                             |                                 |                                   |                                |
| Job title                        |                                 |                                   |                                |
| Company                          |                                 |                                   |                                |
| Country                          |                                 |                                   |                                |
| Address                          |                                 |                                   |                                |
| Telephone number                 |                                 |                                   |                                |
| E-mail                           |                                 |                                   |                                |
| Role                             | <input type="checkbox"/> Global | <input type="checkbox"/> European | <input type="checkbox"/> Local |
| If local, please specify country |                                 |                                   |                                |

Please indicate in the table below which sub-sectors of the chemical industry you will be providing information about.

| Chemical sub-sectors                                  | Activity |
|---|----------|
| <b>1. Petrochemicals</b>                              |          |
| <b>2. Polymers</b>                                    |          |
| 2.1 <i>Plastics</i>                                   |          |
| 2.2 <i>Synthetic rubber</i>                           |          |
| 2.3 <i>Man-made fibres</i>                            |          |
| 2.4 <i>Biomass-based</i>                              |          |
| <b>3. Basic inorganics</b>                            |          |
| 3.1 <i>Industrial gases</i>                           |          |
| 3.2 <i>Fertilizers</i>                                |          |
| 3.3 <i>Other inorganics</i>                           |          |
| <b>4. Specialty chemicals</b>                         |          |
| 4.1 <i>Dyes &amp; pigments,</i>                       |          |
| 4.2 <i>Crop protection</i>                            |          |
| 4.3 <i>Paints &amp; inks</i>                          |          |
| 4.4 <i>Auxiliaries for industry</i>                   |          |
| 4.5 <i>Oleo chemicals, organic acids, amino acids</i> |          |
| <b>5. Consumer chemicals</b>                          |          |
| <b>6. Pharmaceuticals</b>                             |          |
|   |          |
| Other [Please Specify]                                |          |

Please indicate which percentage of the total turnover of your company is spent on Research & Development & Innovation.

Percentage of annual turnover spent on R&D&I

..... %

## Scientific and technical skills of future Engineers and Scientists

This section of the interview focuses on the scientific and technical skills which will gain importance to drive innovation in 2015 - 2025 for Scientists and Engineers. The answers provided should relate to the importance of the skills in the future (i.e. 2015 and beyond) and not based on the current situation.

The table below provides an overview of selected skill categories for chemical engineers and scientists.

2.1 Please indicate which of these skills are likely to be of critical importance for engineers and scientists to support innovation in your sub-sector(s) of the chemical industry using the following scale of 0 to 2 with:

- 0: being not important
- 1: skill set is desirable
- 2: skill set is essential

2.2 After you completed the rating (2.1), please indicate which will be the 5 most important scientific and technical skills for engineers and scientists for your sub-sectors in 2015 and beyond. Please rank them in order of importance (1 = most important) and provide a reason or comment.

| 2. SCIENTIFIC AND TECHNICAL SKILLS SETS  | 2.1 Skill Set Rating 0 -2 |            | 2.2 Five most important skills (1= most important) |            | Comments |
|--|---------------------------|------------|--|------------|----------|
|  | Engineers                 | Scientists | Engineers  | Scientists |          |
| Inorganic chemistry  |                           |            |  |            |          |
| Organic chemistry  |                           |            |  |            |          |
| Polymer chemistry  |                           |            |  |            |          |
| Formulation chemistry  |                           |            |  |            |          |
| Solid-State chemistry  |                           |            |  |            |          |
| Materials chemistry (including corrosion)  |                           |            |  |            |          |
| Industrial (white) biotechnology   |                           |            |  |            |          |
| Biochemistry   |                           |            |  |            |          |
| Catalysis  |                           |            |  |            |          |
| Biocatalysis   |                           |            |  |            |          |
| Computational chemistry and modelling (incl. Structure and property relationships, theoretical chemistry, quantum chemistry) |                           |            |  |            |          |
| Metabolic engineering / Modelling  |                           |            |  |            |          |
| Analytical chemistry (incl. Spectroscopic techniques)  |                           |            |  |            |          |
| Interface chemistry  |                           |            |  |            |          |

| 2. SCIENTIFIC AND TECHNICAL SKILLS SETS   | 2.1 Skill Set Rating 0 -2 |            | 2.2 Five most important skills (1= most important) |            | Comments |
|---|---------------------------|------------|--|------------|----------|
|   | Engineers                 | Scientists | Engineers  | Scientists |          |
| Electrochemistry  |                           |            |  |            |          |
| Photochemistry  |                           |            |  |            |          |
| Supramolecular chemistry  |                           |            |  |            |          |
| Nanotechnology  |                           |            |  |            |          |
| Particle Science & technology   |                           |            |  |            |          |
|   |                           |            |  |            |          |
| Reaction engineering  |                           |            |  |            |          |
| Biochemical engineering   |                           |            |  |            |          |
| Formulation engineering (incl. Emulsification)  |                           |            |  |            |          |
| Material engineering  |                           |            |  |            |          |
| Catalytic process design  |                           |            |  |            |          |
| Membrane technology   |                           |            |  |            |          |
| Separation and purification technologies  |                           |            |  |            |          |
| Advanced fluids dynamics (incl. Fluid dynamics, micro fluidics, computational fluid dynamics (CFD)) |                           |            |  |            |          |
|   |                           |            |  |            |          |
| Process design  |                           |            |  |            |          |
| Process control and optimization  |                           |            |  |            |          |
| Process intensification   |                           |            |  |            |          |
| Process modelling and simulation  |                           |            |  |            |          |
| Process Analytical Technology (PAT)   |                           |            |  |            |          |
| Process Systems Engineering   |                           |            |  |            |          |
| Process instrumentation, automation & IT  |                           |            |  |            |          |
| Scale up from lab scale to large scale production   |                           |            |  |            |          |
| Plant operation (incl. Plant maintenance)   |                           |            |  |            |          |
| Plant design  |                           |            |  |            |          |
| Basic/detail engineering  |                           |            |  |            |          |
| Equipment design  |                           |            |  |            |          |
|   |                           |            |  |            |          |
| Product development   |                           |            |  |            |          |
| Production logistics  |                           |            |  |            |          |
| Cost engineering  |                           |            |  |            |          |
| Operational Excellence (Lean, Six Sigma, etc ;)   |                           |            |  |            |          |
|   |                           |            |  |            |          |

| 2. SCIENTIFIC AND TECHNICAL SKILLS SETS                             | 2.1 Skill Set Rating 0 -2 |            | 2.2 Five most important skills (1= most important) |            | Comments |
|---|---------------------------|------------|--|------------|----------|
|   | Engineers                 | Scientists | Engineers  | Scientists |          |
| Environmental / sustainable chemistry (including LCA <sup>1</sup> ) |                           |            |  |            |          |
| Health, safety and environment                                      |                           |            |  |            |          |
| Safety engineering (process safety and risk assessment)             |                           |            |  |            |          |
| Toxicology, pharmacokinetics  |                           |            |  |            |          |
| Other [Please Specify]  |                           |            |  |            |          |

### Business skills of future engineers and scientists

Business skills include competencies in areas such as Finance, Intellectual Property Law, Regulatory Affairs, Supply Chain Management, Business Development, Cost Optimization, etc.

The table below provides an overview of the business skills.

3.1 Please indicate which of these business skills are likely to be of critical importance for engineers and scientists to support innovation in your sub-sector(s) of the chemical industry using the following scale of 0 to 2 with:

- 0: being not important
- 1: skill set is desirable
- 2: skill set is essential

3.2 After you completed the rating, please indicate which will the 5 most important business skills be for engineers and scientists for your sub-sectors in 2015 and beyond. Please rank them in order of importance (1 = most important) and provide a reason or comment.

| 3. BUSINESS SKILLS                  | 3.1 Skill Set Rating 0 -2 |            | 3.2 Five most important skills (1= most important) |            | Comments |
|-------------------------------------|---------------------------|------------|--|------------|----------|
|                                     | Engineers                 | Scientists | Engineers  | Scientists |          |
| Intellectual Property Law           |                           |            |  |            |          |
| Regulatory Affairs                  |                           |            |  |            |          |
| Quality Management                  |                           |            |  |            |          |
| Supply Chain Management             |                           |            |  |            |          |
| Understanding suppliers & customers |                           |            |  |            |          |

<sup>1</sup> LCA = Life Cycle Assessment

| 3. BUSINESS SKILLS                           | 3.1 Skill Set<br>Rating 0 -2 |            | 3.2 Five most important skills<br>(1= most important) |            | Comments |
|--|------------------------------|------------|---|------------|----------|
|  | Engineers                    | Scientists | Engineers   | Scientists |          |
| Business Development skills                  |                              |            |   |            |          |
| Marketing skills                             |                              |            |   |            |          |
| Scenario planning (trend setting / spotting) |                              |            |   |            |          |
| Strategic & visionary management skills      |                              |            |   |            |          |
| Project Management skills                    |                              |            |   |            |          |
|  |                              |            |   |            |          |
| Cost Optimization                            |                              |            |   |            |          |
| Business Process Optimization                |                              |            |   |            |          |
| Financial skills                             |                              |            |   |            |          |
| Innovation Management Skills                 |                              |            |   |            |          |
|  |                              |            |   |            |          |
| Other [Please Specify]                       |                              |            |   |            |          |

### Personal skills of future engineers and scientists

This section of the survey focuses on the personal skills for Scientists and Engineers which will gain importance in 2015 and beyond. It is important to answer the questions from a future perspective (i.e. 2015 and beyond) and not based on the current situation.

Intrapersonal and interpersonal skills determine a person's ability to excel or at least fit in a particular social structure, such as a project team, partnerships, etc. These skills include competencies in areas such as communication, leadership ability, conflict resolution, decision making, self-motivation, self-discipline, persuasion, etc.

The table below provides an overview of selected intrapersonal and interpersonal skills. Which of these skills are likely to be of critical importance, for continued innovation in 2015 and beyond in your sub-sector(s) of the chemical industry?

4.1 Please indicate which of these personal skills are likely to be of critical importance for engineers and scientists to support innovation in your sub-sector(s) of the chemical industry using the following scale of 0 to 2 with: a scale of 0 to 2 with:

- 0: being not important
- 1: skill set is desirable
- 2: skill set is essential

4.2 After you completed the rating, please indicate which will the 5 most important business skills be for engineers and scientists for your sub-sectors in 2015 and beyond. Please rank them in order of importance (1 = most important) and provide a reason or comment.

| 4. PERSONAL SKILLS                                 | 3.1 Skill Set<br>Rating 0 -2 |            | 3.2 Five most important skills<br>(1= most important) |            | Comments |
|--|------------------------------|------------|---|------------|----------|
|  | Engineers                    | Scientists | Engineers   | Scientists |          |
| Communication skills (verbal / written)            |                              |            |   |            |          |
| Negotiation skills                                 |                              |            |   |            |          |
| Language / intercultural skills                    |                              |            |   |            |          |
| Networking skills                                  |                              |            |   |            |          |
| Influencing skills                                 |                              |            |   |            |          |
|  |                              |            |   |            |          |
| Creative thinking skills                           |                              |            |   |            |          |
| Problem solving skills<br>(analytical, reasoning)  |                              |            |   |            |          |
| Decision making skills                             |                              |            |   |            |          |
|  |                              |            |   |            |          |
| Ability to work independently<br>(self management) |                              |            |   |            |          |
| Teamwork   |                              |            |   |            |          |
| Coaching skills                                    |                              |            |   |            |          |
| Leadership skills                                  |                              |            |   |            |          |
| Organizational skills                              |                              |            |   |            |          |
|  |                              |            |   |            |          |
| Other [Please Specify]                             |                              |            |   |            |          |

### Suggestions for skills improvement

This section of the survey is related to the importance of the educational curricula in 2015 and beyond.

### Higher educational curricula

Please provide at least 3 suggestions on what universities or other higher educational institutions could do to ensure chemical science and engineering graduates will be able to contribute effectively to improve innovation in your sub-sectors

Suggestions can refer to:

- the relative importance or required balance of the different skills sets (scientific and technical, business, personal),
- and/or the needs for additional subjects that should be included in science and engineering, science degree courses.

Please rank your suggestions in order of importance (1 = most important)



| Suggestions for scientists |                              | Suggestions for engineers |                              |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Suggestions                | Ranking (1 = most important) | Suggestions               | Ranking (1 = most important) |
|                            |                              |                           |                              |
|                            |                              |                           |                              |
|                            |                              |                           |                              |
|                            |                              |                           |                              |

**Life Long Learning Programmes**

Please provide at least 3 suggestions regarding the content of life long learning programmes for updating the skills set of Scientists and Engineers in your sub-sector(s).

Please rank your suggestions in order of importance (1 = most important).

| Suggestions for scientists |                              | Suggestions for engineers |                              |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Suggestions                | Ranking (1 = most important) | Suggestions               | Ranking (1 = most important) |
|                            |                              |                           |                              |
|                            |                              |                           |                              |
|                            |                              |                           |                              |
|                            |                              |                           |                              |

**Additional comments**

Are there any other skills issues with regard to improving innovation in your sub-sector(s) of the industry that we have not addressed?

|                      |
|----------------------|
| Additional Comments: |
|                      |