

Εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στη Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση.

Κωνσταντίνος Πούλος

Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Η Πράσινη Χημεία (Green Chemistry) είναι μία νέα φιλοσοφία της Χημείας η οποία εμφανίστηκε δυναμικά στον επιστημονικό χώρο στις αρχές της τελευταίας δεκαετίας του 20^{ου} αιώνα. Ονομάζεται και Βιώσιμη Χημεία (Sustainable Chemistry) έχει όμως επικρατήσει ο όρος Πράσινη Χημεία που πρωτοεισήχθηκε από τον Paul Anastas και ο οποίος έχει δώσει τον παρακάτω ορισμό.

« Πράσινη Χημεία είναι η χρησιμοποίηση ενός συνόλου αρχών με την εφαρμογή των οποίων μειώνεται ή εξαλείφεται η χρήση ή η δημιουργία επικίνδυνων ουσιών στις διεργασίες σχεδιασμού, παραγωγής και εφαρμογής των χημικών προϊόντων»

Στόχοι της Πράσινης Χημείας είναι η μείωση επικίνδυνων ουσιών που σχετίζονται με προϊόντα και διεργασίες που είναι απαραίτητα όχι μόνο για την διατήρηση της ποιότητας ζωής που έχει πετύχει η κοινωνία μέσω της χημείας αλλά να προωθήσει περαιτέρω τα τεχνολογικά επιτεύγματα της χημείας κατά τρόπο βιώσιμο.

Η Πράσινη Χημεία χρησιμοποιεί τα εργαλεία της Χημείας, περιλαμβάνει όλους τους τομείς της Χημείας και μπορεί να χαρακτηριστεί ως Χημεία που προλαμβάνει τη ρύπανση, Χημεία για την υγεία του ανθρώπου και υγιές περιβάλλον.

Η Πράσινη Χημεία λειτουργεί με βάση τις 12 επιστημονικές αρχές που είναι διεθνώς αποδεκτές.

Οι 12 Αρχές της Πράσινης Χημείας

Πρόληψη

Είναι προτιμότερο να προλαμβάνουμε τα απόβλητα από το να κατεργαζόμαστε ή να καθαρίζουμε τα απόβλητα αφού σχηματιστούν.

Οικονομία Ατόμων

Οι μέθοδοι σύνθεσης πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε όλα τα άτομα των αντιδρώντων ή όσον το δυνατόν περισσότερα να συμμετέχουν στο τελικό προϊόν

Λιγότερο επικίνδυνες χημικές συνθέσεις

Σχεδιασμός συνθετικών μεθόδων ώστε να χρησιμοποιούν και να δημιουργούν ουσίες που έχουν ελάχιστη ή καθόλου τοξικότητα στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Σχεδιασμός συνθετικών μεθόδων ώστε να χρησιμοποιούν και να δημιουργούν ουσίες που έχουν ελάχιστη ή καθόλου τοξικότητα στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Σχεδιασμός ασφαλέστερων χημικών προϊόντων

Τα χημικά προϊόντα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικά για τον σκοπό που σχεδιάστηκαν με ελαχιστοποίηση της τοξικότητάς των.

Ασφαλέστεροι διαλύτες και βοηθητικά μέσα

Η χρήση διαλυτών να αποφεύγεται ή όπου χρησιμοποιούνται να είναι αβλαβείς.

Σχεδιασμός για ενεργειακή αποτελεσματικότητα

Μείωση της απαιτούμενης ενέργειας στις διάφορες χημικές διεργασίες και όπου είναι δυνατόν να γίνονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και ατμοσφαιρική πίεση.

Χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών

Οι πρώτες ύλες πρέπει να είναι ανανεώσιμες

Μείωση ενδιαμέσων παραγώγων

Μη απαραίτητα παράγωγα όπως προστατευτικές ομάδες, προστασία αποπροστασία, προσωρινές τροποποιήσεις φυσικών και/ή χημικών διεργασιών πρέπει να ελαχιστοποιηθούν ή να αποφεύγονται διότι τα στάδια αυτά απαιτούν επιπλέον αντιδραστήρια και δημιουργούν απόβλητα.

Κατάλυση

Καταλυτικά αντιδραστήρια, κατά το δυνατόν εκλεκτικά, υπερέχουν των αντιδραστηρίων που επιβάλλει η στοιχειομετρία της αντίδρασης.

Σχεδιασμός αποικοδομήσιμων προϊόντων

Προϊόντα που αποικοδομούνται στο περιβάλλον προς μη τοξικά προϊόντα και δεν διατηρούνται ανέπαφα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Ανάλυση πραγματικού χρόνου για πρόληψη της ρύπανσης

Ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης πραγματικού χρόνου που θα επιτρέπουν τον έλεγχο των διεργασιών όσον αφορά το σχηματισμό επικίνδυνων ουσιών

Ασφαλέστερη χημεία για την πρόληψη ατυχημάτων

Οι χρησιμοποιούμενες και παραγόμενες ουσίες σε μία χημική διεργασία πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να υπάρχει ελάχιστη πιθανότητα χημικών ατυχημάτων συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών, εκρήξεων και ανάφλεξης

Η ανάπτυξη της Πράσινης Χημείας ξεκίνησε από την έρευνα η οποία είχε μία αλματώδη ανάπτυξη τα τελευταία 14 χρόνια και απέδειξε ότι μπορεί να αντιμετωπίσει θέματα που έχουν

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

τεθεί στη Διάσκεψη του Ρίο. Έχει δε αναγνωριστεί διεθνώς ως βασικός παράγοντας για τη Βιώσιμη ανάπτυξη.

Η Βιώσιμη ανάπτυξη εξαρτάται από την παραγωγή υλικών αγαθών και υπηρεσιών σ' ένα συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό χωρίς να θυσιάζεται η ποιότητα του περιβάλλοντος. Ο στόχος αυτός δεν επιτυγχάνεται μόνο από την έρευνα στην Πράσινη Χημεία και στην Πράσινη Χημική Τεχνολογία αλλά απαιτούνται εκπαίδευση, αποδοχή και εφαρμογή των αρχών της Πράσινης Χημείας από τη βιομηχανία και τη στήριξη της κοινωνίας. Οι επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν αναγνωρίσει το ζωτικό ρόλο της εκπαίδευσης στη Πράσινη Χημεία, όχι μόνο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αλλά και στο ευρύτερο κοινό. Η υλοποίηση της παραπάνω διαπίστωσης είναι ένα τεράστιο εγχείρημα και παρουσιάζει ποικίλα προβλήματα που οφείλονται κυρίως στην διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων κρατών στα εκαπιδευτικά συστήματα, στα προγράμματα σπουδών, στην επιμόρφωση των καθηγητών κ.ά.

Σήμερα η προώθηση της Πράσινης Χημείας στην εκπαίδευση γίνεται από επιστημονικές οργανώσεις, μη-κυβερνητικούς οργανισμούς και τα πανεπιστήμια.

Επιστημονικές οργανώσεις για την προώθηση της Πράσινης Χημείας στην Ευρώπη είναι:

- **International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)**
- **Organization for the Economic Cooperation and Development (OECD)**

Μη κυβερνητικοί οργανισμοί (NGO) για την προώθηση της Πράσινης Χημείας είναι:

- **Green Chemistry Institute (GCI)** στις ΗΠΑ και το οποίο υποστηρίζεται και συνεργάζεται από την American Chemical Society.
- **Green Chemistry Network (GCN)** στην Αγγλία το οποίο δημιουργήθηκε από τη Royal Society of Chemistry (RSC) και εδρεύει στο Πανεπιστήμιο του York.
- **Interuniversity Consortium “Chemistry for the Environment” (INCA)** στο οποίο συμμετέχουν 30 Ιταλικά Πανεπιστήμια.

Υπάρχουν και πολλοί άλλοι οργανισμοί εθνικής και διεθνούς εμβέλειας όπως Center for Green Chemistry (Αυστραλία), German Chemical Society (Γερμανία), Green and Sustainable Chemistry Network (Ιαπωνία), Alliance for Chemical Sciences and Technologies in Europe (AllChemE) που εδρεύει στις Βρυξέλλες, European Chemical Industry Council (CEFIC), European Chemistry Thematic Network (ECTN) καθώς και πολλοί άλλοι στην Ευρώπη, τη Ασία και Νότιο και Βόρειο Αμερική.

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Η εκπαίδευση σε θέματα Πράσινης Χημείας έχει ήδη εισαχθεί στα προγράμματα σπουδών διαφόρων πανεπιστημίων και με διάφορους τρόπους. Ενδεικτικά αναφέρονται στον πίνακα 2 μερικά πανεπιστήμια στις ΗΠΑ, στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Αυστραλία.

Πίνακας 2. Πανεπιστήμια που έχουν εισάγει την Πράσινη Χημεία στο Πρόγραμμα Σπουδών

Πανεπιστήμια ΗΠΑ	Πανεπιστήμια Ηνωμένου Βασιλείου
Cornegie Mellon University (CMU)	University of York / Department of Chemistry
Μάθημα: Εισαγωγή στην Πράσινη Χημεία Προπτυχιακοί φοιτητές τελευταίου έτους και μεταπτυχιακοί.	Εισαγωγή στα διάφορα μαθήματα. Master of Research in Clean Chemical Technology.
University of Scranton	University of Leeds / School of Chemistry
Εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στο ήδη υπάρχον πρόγραμμα.	Στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών από το 1999.
University of Oregon	University of Nottingham
Εργαστήρια Οργανικής Χημείας.	Εισαγωγή στα μαθήματα. Σεμινάρια
University of Delaware	University of Glasgow
Μάθημα για τελειόφοιτους, πτυχιούχους και εργαζόμενοι στην βιομηχανία.	Εισαγωγή στα μαθήματα. Σεμινάρια
Hendrix College	University of Liverpool
Πράσινη Οργανική Χημεία. Ξεκίνησε με εργαστήρια σε μικροκλίμακα και στη συνέχεια εισήγαγε Πράσινα Πειράματα.	Εισαγωγή στα μαθήματα. Σεμινάρια
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	University of Lancaster
Εργαστήρια με στόχο τη μείωση των αποβλήτων και των επικινδυνών ουσιών.	Εισαγωγή στα μαθήματα. Σεμινάρια
University of Illinois Urbana-Champaign	University of Edinburgh
Ειδικά θέματα πράσινης χημείας on line. Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Επιστήμης και Τεχνολογίας προχωρημένου επιπέδου στην Πράσινη Χημεία.	Εισαγωγή στα μαθήματα.
University of Massachusetts-Boston / Department of Chemistry	
Ph.D. πρόγραμμα στην Πράσινη Χημεία.	
Πανεπιστήμια Αυστραλίας	
University of Monash / School of Chemistry	
Μάθημα στο 3 ^ο έτος.	

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Ο προβληματισμός που αναπτύχθηκε ήταν για το ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος για να εισαχθεί η πράσινη χημεία στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών π.χ. εισαγωγή μαθήματος, διαλέξεων, σεμιναρίων ή ολόκληρο το πρόγραμμα να γίνει «πράσινο»; Το γεγονός είναι ότι ένας μικρός σχετικά αριθμός πανεπιστημίων έχει προχωρήσει στην εισαγωγή της πράσινης χημείας στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών. Ένας από τους βασικούς λόγους είναι ότι η πράσινη χημεία είναι πολυεπιστημονική δηλαδή για ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα απαιτείται και η συμμετοχή άλλων επιστημονικών κλάδων όπως χημική Μηχανική, φυσική, βιολογία, οικονομικά, περιβαλλοντολογικές επιστήμες κ.ά. Έτσι παρατηρούμε ότι εισάγεται σε μαθήματα και εργαστήρια με ευθύνη των αντιστοίχων διδασκόντων ενώ τα άλλα αντικείμενα καλύπτονται με διαλέξεις και σεμινάρια. Τα διάφορα πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα σε συνεργασία με τις επιστημονικές οργανώσεις, τις βιομηχανίες και τους κρατικούς φορείς οργανώνουν σεμινάρια, εντατικά μαθήματα, δραστηριότητες κ.ά. για κάθε ηλικία και ιδιότητα ώστε οι εκπαιδευόμενοι να έχουν μία πλήρη εικόνα της Πράσινης Χημείας. Η στρατηγική αυτή είναι μία αναγκαιότητα διότι η εκπαίδευση δεν είναι μόνο διδασκαλία εναλλακτικών συνθετικών μεθόδων, εναλλακτικών μορφών ενέργειας, εναλλακτικών πρώτων υλών κ.ά., η εκπαίδευση πρέπει να έχει το στοιχείο της αλληλεπίδρασης με τη κοινωνία.

Στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών με ομόφωνη απόφαση της Γενικής Συνέλευσης υιοθετήθηκε η Πράσινη Χημεία και για την προώθησή της με την ίδια απόφαση δημιουργήθηκε Ομάδα Πράσινης Χημείας η οποία επεξεργάστηκε το θέμα της εισαγωγής της Πράσινης Χημείας στο Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Χημείας.



Τα ερωτήματα που έπρεπε να απαντηθούν για να γίνει η εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στο Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών ήταν τα εξής: Γιατί Πράσινη Χημεία; Πως θα εισαχθεί; Και πως θα υλοποιηθεί; Οι απαντήσεις που δώσαμε συνοψίζονται στο Πίνακα 3.

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Πίνακας 3. Πρόταση Τμήματος Χημείας για εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στο Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

Απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα για την εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στο Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών	
Γιατί;	Η επόμενη γενεά επιστημόνων πρέπει να συνειδητοποιήσει την φιλοσοφία της Πράσινης Χημείας και να εκπαιδευτεί στις μεθοδολογίες, στις τεχνικές και στις αρχές της.
Πώς;	<ul style="list-style-type: none"> • Στα διάφορα μαθήματα θα επισημαίνονται ενότητες με περιεχόμενο Πράσινης Χημείας. • Εισαγωγή και ανάπτυξη των 12 αρχών. • Σύγκριση παλαιού και πράσινου. • Εφαρμογές περιπτώσεων στην βιομηχανία. • Εργαστηριακές ασκήσεις. • Διπλωματικές εργασίες. <p>Ενδεικτικά παραδείγματα θεματολογίας Πράσινης Χημείας:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Οξείδια του αζώτου-Λος Άντζελες. • Πυρηνική ενέργεια • Πηγές ενέργειας • Πλαστικά • Βιοαποικοδόμηση/ανακύκλωση • Φάρμακα/Βιομηχανικές παρασκευές • Καύση υδρογονανθράκων • Ποιότητα του αέρα-καύσιμα • Ρυπαντές και οι πηγές τους • Κλιματιστικά/Ψύξη • Διαλύτες/Καθαριστήρια • Πόσιμο νερό
Πώς θα υλοποιηθεί;	<ul style="list-style-type: none"> • Ατομική επιθυμία διδάσκοντα • Βιβλία • Περιοδικά • Άρθρα • Διαδίκτυο • Βάση δεδομένων • Εκπαίδευση για δημιουργία πολλαπλασιαστών

Με βάση τα παραπάνω η Πράσινη Χημεία ενσωματώθηκε στην πρόταση που υποβλήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ «Αναμόρφωση Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών» του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Πατρών, το πρόγραμμα εγκρίθηκε και υλοποιείται από τον Απρίλιο του 2003.

Το μοντέλο του προγράμματος αυτού φαίνεται στον πίνακα 4.

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Πίνακας 4. Η Πράσινη Χημεία στο Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Χημείας στο Πανεπιστήμιο Πατρών

ΕΤΟΣ	ΜΑΘΗΜΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1 ^ο	Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία	Εισαγωγή «πράσινων» παραδειγμάτων και σύγκριση με αντίστοιχα κλασσικά παραδείγματα.
2 ^ο	Πειραματική Οργανική Χημεία Ι	Εισαγωγή πειραμάτων σε μικροκλίμακα.
3 ^ο	Πειραματική Οργανική Χημεία ΙΙ	Εισαγωγή των 12 Αρχών της Πράσινης Χημείας Αντικατάσταση κλασσικών πειραμάτων με πειράματα Πράσινης Χημείας.
4 ^ο	Οργανικά Βιομηχανικά Προϊόντα	Παρουσίαση και ανάλυση των 12 Αρχών της Πράσινης Χημείας. Παρουσίαση σύνθεσης προϊόντων με τις αρχές της Πράσινης Χημείας και σύγκριση τους με τις κλασσικές μεθόδους παραγωγής των προϊόντων. Οι φοιτητές χωρίζονται σε τυχαίες ομάδες των τριών ατόμων και γίνεται με τη μέθοδο του Project η οποία ολοκληρώνεται με γραπτή και προφορική παρουσίαση. Αυτοαξιολόγηση.
	Διπλωματική Εργασία Είναι πειραματική και αντιστοιχεί σε 20 Διδακτικές Μονάδες.	Στην Οργανική Χημεία επεξεργάζονται ένα θέμα το οποίο περιλαμβάνει μία σειρά αντιδράσεων που αν όχι σε όλες σε μερικές εφαρμόζονται οι αρχές της Πράσινης Χημείας. Σε άλλα θέματα γίνονται ανάλογες παρεμβάσεις.
Άλλα μαθήματα στα οποία θα εισαχθεί η Πράσινη Χημεία.		
Πολυμερή Κατάλυση Βιοτεχνολογία		Το ενδιαφέρον για την εισαγωγή της Πράσινης Χημείας και σε άλλα μαθήματα έχει εκδηλωθεί από τους αντίστοιχους διδάσκοντες
Κάλυψη πολυεπιστημονικού χαρακτήρα της Πράσινης Χημείας.		
Εντατικά μαθήματα – Σεμινάρια <ul style="list-style-type: none"> • Πράσινη Χημεία • Διαχείριση του Περιβάλλοντος • Υγιεινή και Ασφάλεια στο Εργαστήριο και τον Εργασιακό Χώρο. • Διαχείριση Ποιότητας Διαλέξεις <ul style="list-style-type: none"> • Πράσινη Χημεία και Πράσινη Χημική Τεχνολογία. 		Τα εντατικά μαθήματα θα διδάξουν Έλληνες και ξένοι επιστήμονες όλων των κλάδων.

Μέσα από το πρόγραμμα αυτό, τις δραστηριότητες των Ελληνικών Ομάδων Πράσινης Χημείας και του Ελληνικού Δικτύου Πράσινης Χημείας το οποίο σύντομα θα συσταθεί θα δημιουργηθεί μεταξύ άλλων και εκπαιδευτικό υλικό πράσινης χημείας για όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

Το παραπάνω «μοντέλο» μπορεί να βοηθήσει στο σχεδιασμό ενός αντίστοιχου «μοντέλου» για την εισαγωγή της Πράσινης Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Βασική προϋπόθεση είναι η αποδοχή και συνειδητοποίηση της φιλοσοφίας της Πράσινης Χημείας και των βασικών ερωτημάτων που τέθηκαν για το σχεδιασμό του παραπάνω μοντέλου. Επίσης απαιτούνται εκπαίδευση των καθηγητών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε θέματα Πράσινης Χημείας και Βιωσιμότητας και δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού.

Στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση η εισαγωγή της Πράσινης Χημείας σε πρώτη φάση μπορεί να γίνει κατά την άποψη μου ως κάτωθι:

- Εισαγωγή θεμάτων πράσινης χημείας στα διάφορα μαθήματα.
- Δραστηριότητες που μπορούν να ενταχθούν στα εργαστήρια χημείας, φυσικής και βιολογίας.
- Στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.
- Στην Αγωγή Υγείας.
- Εκδηλώσεις.

Ενδεικτικά αναφέρουμε δύο παραδείγματα.

Παράδειγμα 1.

Θέμα: Πράσινη Ενέργεια	
Δραστηριότητα στα πλαίσια του εργαστηρίου Χημείας	
Ενέργεια	Η ενέργεια είναι απαραίτητη για την παρασκευή χημικών προϊόντων. Εξοικονόμηση ενέργειας. Εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Ενέργεια και Βιωσιμότητα.
Ενέργεια και Χημική Αντίδραση	Για να γίνει μία χημική αντίδραση χρειάζεται το μίγμα της αντίδρασης να απορροφήσει ενέργεια (π.χ. θερμότητα).
Το Πείραμα	Η ενέργεια που χρειάζεται για να θερμάνουμε ορισμένη ποσότητα νερού σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Με λύχνο Bunsen Με ηλεκτρική εστία Με φούρνο μικροκυμάτων
Υπολογισμοί και συζήτηση	

Παράδειγμα 2.

Θέμα: Πυρκαγιά στο δάσος		Εντάσσεται στο μάθημα ή γίνεται δραστηριότητα. Χημεία, Διαχείριση Περιβάλλοντος, Βιωσιμότητα Πράσινη Χημεία	
<hr/>			
Πως ξεκινάει	Συζήτηση		
<hr/>			
Πως φουντώνει	Συζήτηση / Ο ρόλος του οξυγόνου στις καύσεις		
<hr/>			
Πως καταπολεμάται	Νερό	Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Επίδραση στο Περιβάλλον	
	Νερό + Πρόσθετα = αφρός		
	«Πράσινος αφρός»		
<hr/>			
Επίδραση στο Περιβάλλον	Με βάση τα παραπάνω – Γενική συζήτηση		
<hr/>			
			Η προσφορά της Χημείας

Βιβλιογραφία

1. *Green chemistry: a research outlining areas for the teaching of green and environmental chemistry and sustainable development for 11-19 year old students*, Dorothy Warren, Royal Society of Chemistry, 2001.
2. *Green chemistry: challenging perspectives*, Pietro Tundo and Paul Anastas (eds.), Oxford University Press, 2000.
3. *Green chemistry: theory and practice*, Paul T. Anastas and John C. Warner, Oxford University Press, 1998.

1ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη

4. *Green chemistry: an introductory text*, Mike Lancaster, Royal Society of Chemistry, 2002.
5. *Handbook of Green Chemistry and Technology*, J. Clark and D. Macquarrie, Blackwell Science, Oxford, 2002.
6. *Introduction to Green Chemistry*, A. S. Matlack, Marcel Dekker, New York, 2001.