



Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος – Αρχές Αειφορίας

Ενότητα 11: Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Μουσιόπουλος Νικόλαος
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Περιεχόμενα ενότητας

- Γενική προσέγγιση της ΑΚΖ.
- Σχεδιασμός δεικτών μέσω της ΑΚΖ.
- Η ΑΚΖ στις μεταφορές: Well-to-wheel.



Σκοποί ενότητας

- Στάδια κύκλου ζωής.
- Πλαίσιο μεθοδολογίας ΑΚΖ.
- Χρήση δεικτών ποιότητας δεδομένων.
- Καθορισμός συστήματος - Διάγραμμα ροής.
- Προσδιορισμός περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Ποιοτική καταγραφή έμμεσων και άμεσων συνεπειών.
- Αξιολόγηση τεχνολογιών οχημάτων με βάση την ανάλυση well-to-wheel.



Γενική προσέγγιση της ΑΚΖ

- Είναι μια μέθοδος η οποία έχει αναπτυχθεί κυρίως για να αξιολογήσει την περιβαλλοντική επίπτωση της παραγωγής προϊόντων και των διαδικασιών που τη συνοδεύουν.
- Μεταξύ δύο εναλλακτικών δυνατοτήτων αυτή που συνεπάγεται μικρότερη συνολική κατανάλωση και επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε όλο τον κύκλο ζωής είναι η βέλτιστη από πλευράς αειφορίας.
- Εστιάζεται στη συλλογή και στη διεξοδική ανάλυση των στοιχείων εισόδου και εξόδου, στη διαμόρφωση των ενεργειακών ισοζυγίων και ισοζυγίων μάζας, καθώς και στην εξέταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με αυτά.



Στόχοι μιας μελέτης ΑΚΖ

- Η παροχή μιας όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένης εικόνας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μιας δραστηριότητας και του περιβάλλοντος.
- Η συνεισφορά στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης που χαρακτηρίζει τη φύση των περιβαλλοντικών συνεπειών στο σύνολό τους, οι οποίες οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Η λήψη αποφάσεων έτσι ώστε να υπάρξουν περιβαλλοντικές βελτιώσεις.



Ορισμός SETAC

- ΑΚΖ: «μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση ενέργειας και υλικών καθώς και από τη χρήση των αποβλήτων, αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων».



Στάδια που εφαρμόζονται για την πλήρη διεξαγωγή μιας ΑΚΖ

- ISO 14040: Αρχές και οριοθέτηση συστήματος.
- ISO 14041: Προσδιορισμός σκοπού και στόχου και απογραφή δεδομένων.
- ISO 14042: Life cycle impact assessment.

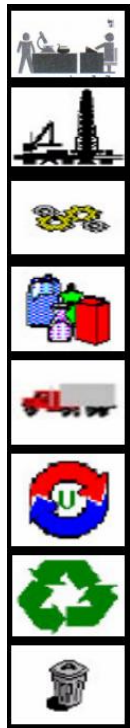


Η αξιοπιστία της ΑΚΖ εξαρτάται από

- Τον τρόπο μοντελοποίησης και το βαθμό απλοποίησης των υπό εξέταση συστημάτων.
- Το σύνολο των παραδοχών και των υποθέσεων που χρησιμοποιούνται σε κάθε βήμα ανάλυσης.
- Τη διαθεσιμότητα σύγχρονων και αξιόπιστων δεδομένων.



Στάδια κύκλου ζωής

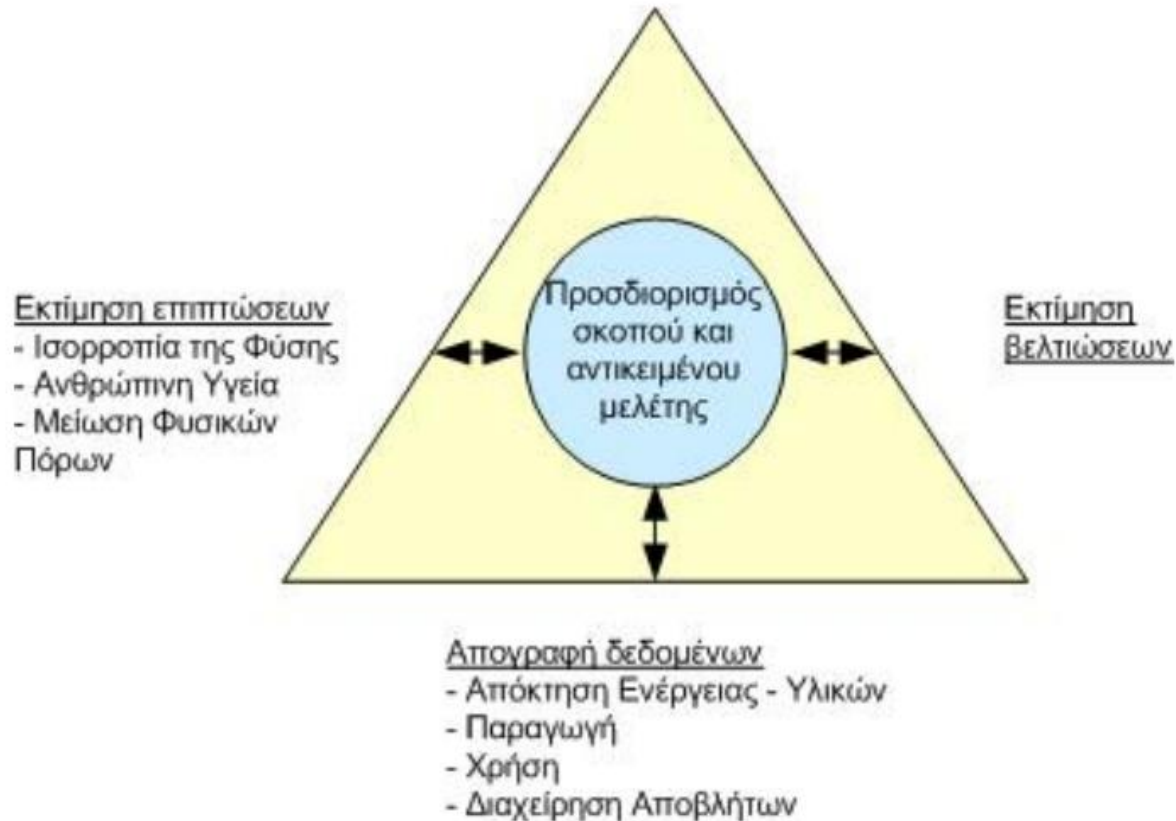


- Σχεδιασμός.
- Εξαγωγή - Επεξεργασία πρώτων υλών.
- Κατασκευή (υλικών και προϊόντων).
- Συσκευασία / Τυποποίηση.
- Μεταφορά / Διανομή.
- Χρήση/Επαναχρησιμοποίηση/Συντήρηση.
- Ανακύκλωση / Ανάκτηση αποβλήτων.
- Τελική διάθεση / Απόρριψη.

Πηγές: <http://www.environ-develop.ntua.gr/uploads/LCA.pdf>, 31/08/2015,
http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218Σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf,
31/08/2015.



Στάδια της μεθοδολογίας της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής



Πηγή: http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_koroneos.pdf, 31/08/2015.

Προσδιορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης

- Κατά τη διεξαγωγή μιας ΑΚΖ είναι απαραίτητο να ορισθεί με σαφήνεια
 - η επιδίωξη της μελέτης,
 - ο σκοπός και
 - το αντικείμενό της.



Επιδίωξη

- Αφορά στο λόγο για τον οποίο διεξάγεται η ΑΚΖ. Εξαρτάται από:
 - το βάθος της ανάλυσης,
 - το είδος των πληροφοριών που απαιτούνται,
 - το σκοπό της μελέτης και το είδος των αποφάσεων που θα παρθούν με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης.
- Ένας αρχικός διαχωρισμός στα είδη των επιδιώξεων γίνεται με βάση τη χρήση των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν:
 - Για εσωτερική χρήση σε μια εταιρεία, π.χ. για τη βελτίωση του περιβαλλοντικού βαθμού απόδοσής της.
 - Για εξωτερική χρήση, π.χ. για το δημόσιο συμφέρον.



Αντικείμενο

- Το αντικείμενο της μελέτης καθορίζει:
 - τα όρια του υπό μελέτη συστήματος,
 - τις απαιτήσεις δεδομένων,
 - τις υποθέσεις και
 - τους περιορισμούς.
- Επιπλέον θα πρέπει να ορίζονται επαρκώς:
 - τα γεωγραφικά και
 - τα χρονικά (διάρκεια ζωής του προϊόντος, χρονικός ορίζοντας κατεργασίας και επιδράσεων) όρια της μελέτης.
- Τέλος, κρίνεται αναγκαίο να εκτιμάται η μεταβλητότητα:
 - των μεγεθών και
 - των δεδομένων που λαμβάνονται υπόψιν κατά τη μελέτη.



Λειτουργική μονάδα

- Πρέπει να είναι μετρήσιμη και σχετική με τα στοιχεία εισόδου και εξόδου.
- Αποτελεί μέτρο απόδοσης του συστήματος και ο καθορισμός της πρέπει να γίνεται με σαφήνεια, ώστε να εξυπηρετείται ο σκοπός της μελέτης και το αντικείμενο αυτής.
- Ένα παράδειγμα προσδιορισμού μιας λειτουργικής μονάδας είναι π.χ. «η ποσότητα καθαριστικών που απαιτείται για να καθαριστεί ένα νοικοκυριό». Σε αυτή την περίπτωση ως λειτουργική μονάδα λαμβάνεται το m^2 και όλα τα μεγέθη ανάγονται σε αυτή.
- Η σωστή επιλογή της λειτουργικής μονάδας επηρεάζει τη χρησιμότητα των αποτελεσμάτων.
- Εάν επιλεγθεί σωστά τότε και τα αποτελέσματα θα έχουν πρακτική εφαρμογή.



Εκτίμηση ποιότητας δεδομένων

- Καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την αξιοπιστία της ΑΚΖ.
- Οι πηγές πρέπει να αναφέρονται με λεπτομέρεια, να επιλέγονται με προσοχή και να ελέγχονται για την αξιοπιστία τους.
- Η ποιότητα των δεδομένων επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:
 - Την πηγή των δεδομένων.
 - Τη μέθοδο συλλογής.
 - Τον τρόπο παραγωγής τους.
 - Το κόστος και το χρόνο συλλογής.



Πηγές των δεδομένων

- Πρωτογενείς (όπως τα δεδομένα ειδικών διαδικασιών που προκύπτουν π.χ απευθείας από μετρήσεις).
- Δευτερογενείς (όπως δεδομένα που συλλέγονται από αναφορές ή άλλες δημοσιευμένες πηγές).
- Προέρχονται από:
 - Βιομηχανικές και κρατικές αναφορές.
 - Δεδομένα εργαστηριακών δοκιμών.
 - Βιβλία αναφοράς.
 - Δημοσιεύσεις και βάσεις δεδομένων.
 - Λίστες θεσμοθετημένων ορίων.
 - Συμβούλους και εμπορικούς συνδέσμους.
 - Παρόμοιες μελέτες ΑΚΖ.



Συλλογή των δεδομένων

- Μπορεί να γίνει σε διάφορα επίπεδα:
 - Μέσες τιμές (μηνιαίες / ετήσιες).
 - Μικτά δεδομένα.
 - Σταθερά δεδομένα.
 - Κανονικοποιημένα δεδομένα.



Τρόποι παραγωγής δεδομένων - Κόστος και χρόνος συλλογής - Δείκτες

- Ακριβείς μετρήσεις.
- Εκτιμήσεις / δείγματα.
- Μοντέλα / υπολογισμούς.

Η ποιότητα των δεδομένων εξαρτάται από το χρόνο που αφιερώνεται για τη μελέτη και το μέγεθος της προσπάθειας που καταβάλλεται. Κάτι τέτοιο βέβαια εξαρτάται και από το βάθος της ανάλυσης που θέλει να πετύχει ο μελετητής αλλά και από την επιδίωξη της έρευνας.

Οι στόχοι της ποιότητας των δεδομένων βρίσκονται σε συμφωνία με ειδικούς δείκτες, οι οποίοι μπορεί να είναι ποιοτικοί ή και ποσοτικοί. Επιλέγονται ανάλογα με το σκοπό της ΑΚΖ και τις μεθοδολογίες που έχουν ορισθεί για τη μελέτη.



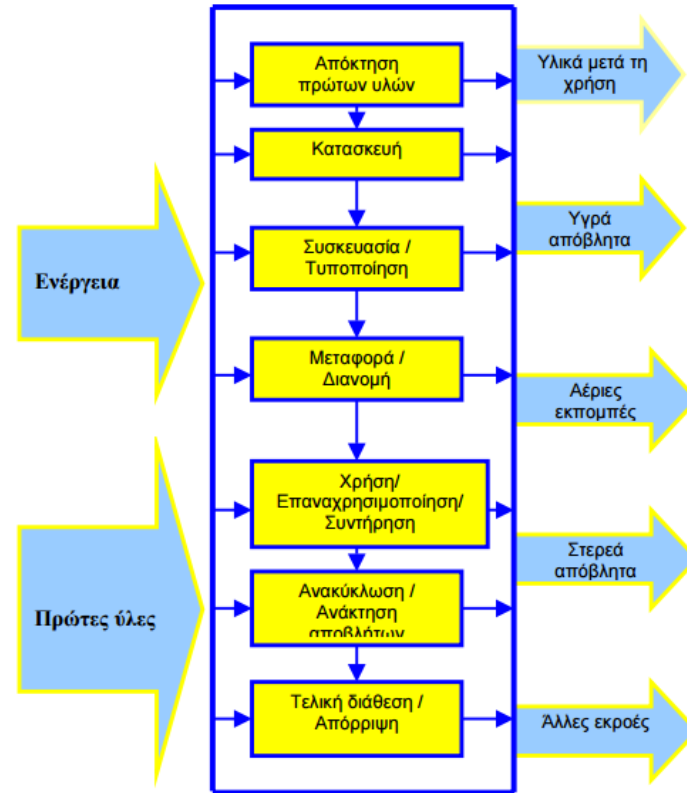
Χρήση δεικτών ποιότητας δεδομένων

Σκοπός μελέτης Δείκτες	Βελτίωση εσωτερικής παραγωγής	Αξιολόγηση προϊόντος	Προώθηση προϊόντος
Ποσοτικοί Δείκτες			
Ακρίβεια	+	+	+
Πληρότητα	+	+	+
Κατανομή		+	+
Ομοιογένεια			+
Σχέσεις αλληλεξάρτησης			
Αβεβαιότητα			+
Ποιοτικοί Δείκτες			
Αλληλουχία	+	+	+
Εφαρμοσιμότητα		+	+
Συγκρισιμότητα		+	+
Αντιπροσωπευτικότητα			+
Αναγνώριση ιδιομορφιών		+	+
Ικανότητα αναπαραγωγής	+	+	+
Διαθεσιμότητα			+

Πηγές: http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/integrated_product_policy.pdf, 01/09/2015,
http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218Σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf,
 01/09/2015.



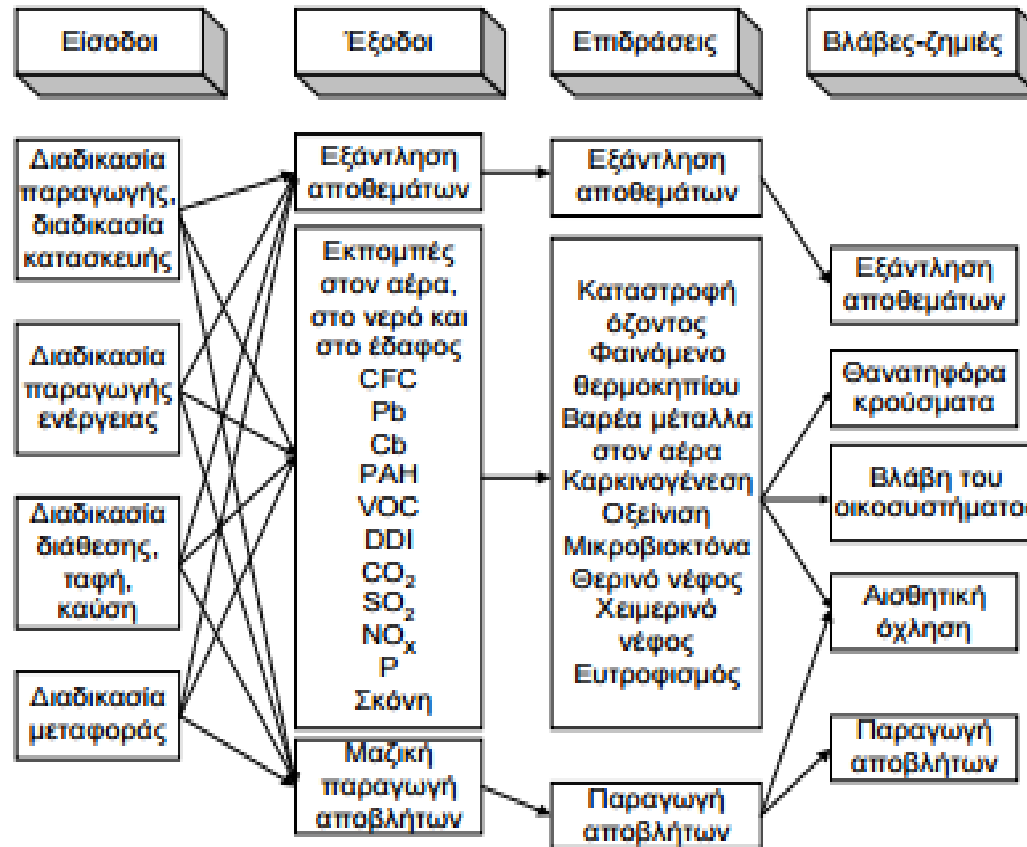
Καθορισμός συστήματος - Διάγραμμα ροής



Πηγές: http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/integrated_product_policy.pdf, 01/09/2015,
http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218Σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf,
01/09/2015.



Προσδιορισμός περιβαλλοντικών επιπτώσεων



Πηγές: http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/integrated_product_policy.pdf, 01/09/2015,
http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218Σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf,
 01/09/2015.



Ποιοτική καταγραφή έμμεσων και άμεσων συνεπειών

Παραδείγματα ειδικών κατηγοριών επιπτώσεων	Φυσικοί πόροι	Ανθρώπινη υγεία	Υγεία οικοσυστήματος
Εξάντληση φυσικών πόρων			
Εξάντληση μη βιοτικών πόρων	+	(+)	(+)
Εξάντληση βιοτικών πόρων	+	+	+
Μόλυνση			
Καταστροφή όζοντος		(+)	
Φαινόμενο θερμοκηπίου		(+)	+
Ανθρώπινη τοξικότητα			
Γήινη τοξικότητα		+	+
Φωτοχημικό νέφος			
Οξείνιση		(+)	
Ευτροφισμός		+	
Υποβάθμιση τοπίου			
Χρήση εδάφους		+	

+ άμεση επίπτωση, (+) έμμεση επίπτωση

Πηγές: http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/integrated_product_policy.pdf, 01/09/2015,
http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218Σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf,
 01/09/2015.



Βασικός στόχος διεξαγωγής της ΑΚΖ

- Παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα των πιθανών αλληλεπιδράσεων μιας δραστηριότητας με το περιβάλλον.
- Συνεισφέρει στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Συνεισφέρει στη λήψη αποφάσεων παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις δραστηριότητες της επιχείρησης ή του οργανισμού και προσδιορίζει τις ευκαιρίες για περιβαλλοντική βελτίωση.

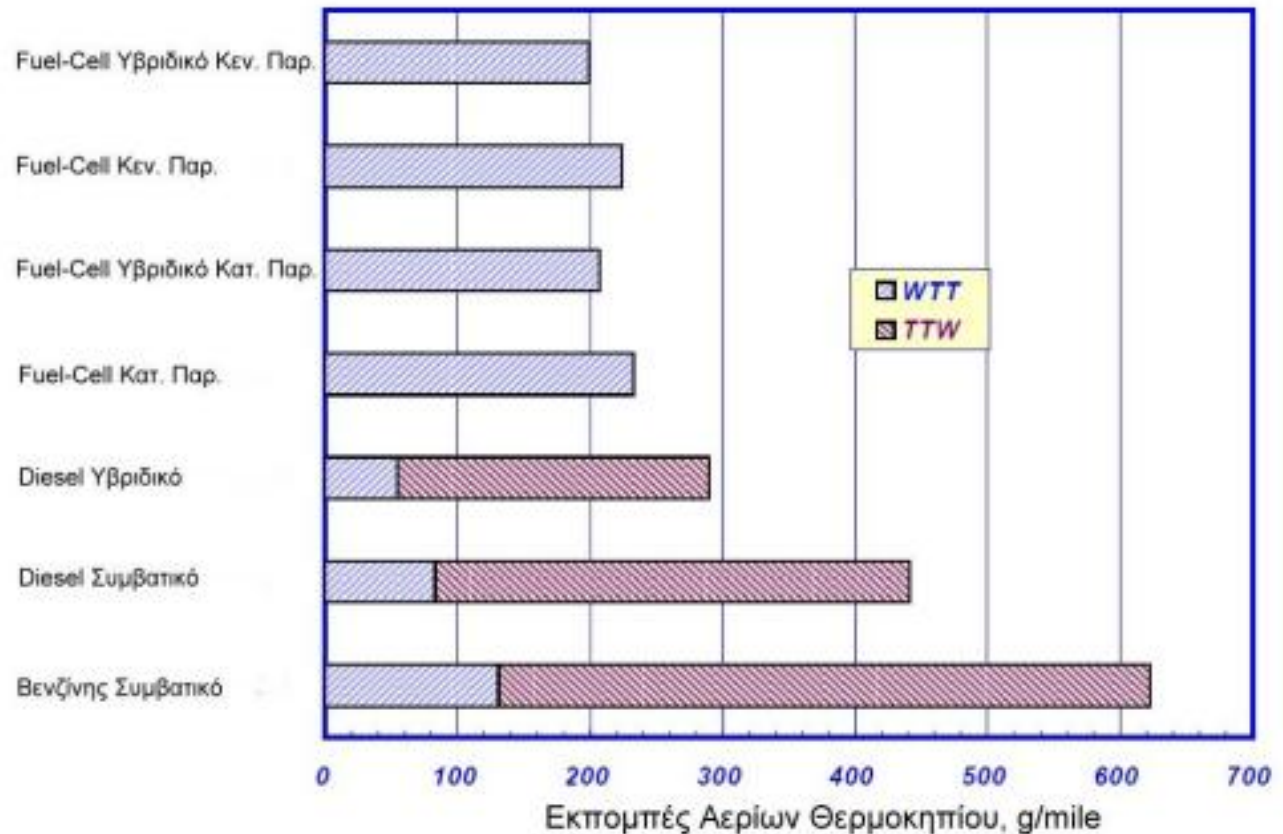


Η ΑΚΖ στις μεταφορές: well-to-wheel

Well-to-tank: WTT

Tank-to-wheel: TTW

Ανάλυση «από την πηγή στον τροχό» (well-to-wheel) που αφορά στην αξιολόγηση της αειφορίας εναλλακτικών τεχνολογικών επιλογών οχημάτων.



Πηγές: Rousseau et al., 2003,

http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218Σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf,
01/09/2015



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
 - Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες:
 - <http://www.environ-develop.ntua.gr/uploads/LCA.pdf>, 31/08/2015.
 - http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG218σημειώσεις%20Μαθήματος%20ΤΠΠ/Ch.11_2015.pdf, 31/08/2015.
 - http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_koroneos.pdf, 31/08/2015.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
 - Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες:
 - http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/integrated_product_policy.pdf, 01/09/2015.
 - Rousseau A., Ahluwalia R., Deville B., Zhang Q. (2003), Well-to-wheels analysis of advanced SUV fuel cell vehicles. SAE Paper 2003-01-0415.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μουσιόπουλος Νικόλαος. «Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος – Αρχές Αειφορίας. Ανάλυση Κύκλου Ζωής». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS420/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Περκουλίδης Γιώργος>
Θεσσαλονίκη, <Εαρινό Εξάμηνο 2014-2015>



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

