

Κεφάλαιο 9. Ανάλυση Σεναρίων

9.1. Εισαγωγή

Η τεχνική της διαμόρφωσης σεναρίων χρησιμοποιείται τα τελευταία είκοσι χρόνια περίπου, ως μια αποτελεσματική μέθοδος διερεύνησης της μελλοντικής αβεβαιότητας [Chermack, 2003]. Ο όρος «σενάριο» έχει πολλές ερμηνείες, οι οποίες ποικίλλουν από κείμενο του κινηματογράφου και απλές προβλέψεις, μέχρι στατιστικούς συνδυασμούς αβεβαιοτήτων [Schoemaker, 1993]. Παρακάτω παρουσιάζονται τρεις διαφορετικοί ορισμοί [Bunn και Salo, 1993] :

- Υποθετική αλληλουχία γεγονότων, η οποία δημιουργείται με σκοπό την εστίαση της προσοχής σε αιτιώδεις διαδικασίες και σημεία αποφάσεων [Kahn & Wiener, 1967]. Στην περίπτωση αυτή, τα σενάρια βασίζονται σε μια ιδεατή εικόνα και δεν είναι απαραίτητο να είναι ρεαλιστικά
- Ποσοτική ή ποιοτική εικόνα μιας συγκεκριμένης ομάδας ή επιχείρησης, η οποία αναπτύσσεται μέσα σε ένα πλαίσιο καθορισμένων υποθέσεων [MacNulty, 1977].
- Περιγραφή μιας πιθανής μελλοντικής κατάστασης του περιβάλλοντος μιας επιχείρησης, αφού ληφθεί υπόψη η επίδραση των συναφών ανεξάρτητων παραγόντων του περιβάλλοντος [Brauers & Weber, 1988].

Η έννοια «σενάριο» συχνά χρησιμοποιείται καταχρηστικά, με σκοπό να περιγράψει ένα οποιοδήποτε σύνολο υποθέσεων. Ωστόσο, οι υποθέσεις αυτές πρέπει να είναι συναφείς, συνεπείς, εφικτές, σημαντικές και διαυγείς, προκειμένου να γίνει δεκτό ότι πρόκειται για σενάρια [Godet, 2000]. Η εταιρεία Shell, χρησιμοποίησε έναν ορισμό σύμφωνα με τον οποίο τα σενάρια αποτελούν «δομημένες εναλλακτικές μελλοντικές καταστάσεις, οι οποίες είναι εύλογες και εξασφαλίζουν εσωτερική συνέπεια», για το σχεδιασμό σεναρίων ανάπτυξης της επιχείρησης. Σύμφωνα με την άποψη της Shell, τα σενάρια είναι ιστορίες που σχετίζονται περισσότερο με τη στρατηγική σκέψη, ιδιαίτερα με την ποιότητα της σκέψης, και όχι τόσο με το στρατηγικό σχεδιασμό. Εκπαιδεύουν τα στελέχη στο να διαμορφώσουν μια ευέλικτη στάση απέναντι στο μέλλον, βοηθώντας τα να κατανοήσουν ότι το κάθε άτομο έχει διαφορετική άποψη για το πώς πρόκειται να εξελιχθεί το μέλλον [Verity, 2003].

Σύμφωνα με τον Godet ως σενάριο ορίζεται : «Η περιγραφή μιας μελλοντικής εικόνας, καθώς και των δράσεων ή γεγονότων που θα οδηγήσουν από την παρούσα κατάσταση στη μελλοντική αυτή εικόνα», [Godet et al, 2004]. Στην περίπτωση αυτή, ο σχεδιαστής

οραματίζεται τη μελλοντική κατάσταση προς την οποία επιθυμεί να κατευθύνει το σύστημα και επιστρέφει στο παρόν προκειμένου να εξετάσει τον τρόπο που δύναται να μεταβεί από την παρούσα στην επιθυμητή μελλοντική κατάσταση μέσω μιας επιθυμητής διαδρομής με μόνο περιορισμό τους διαθέσιμους πόρους.

Σημειώνεται πως στόχος δεν είναι η πρόβλεψη του μέλλοντος ή ο ακριβής χαρακτηρισμός της αβεβαιότητάς του, αλλά η οριοθέτηση της αβεβαιότητας. Η προσέγγιση των σεναρίων προσδίδει στο άτομο έναν σπουδαίο ρόλο, καθώς θεωρεί ότι το άτομο εισάγει τα δεδομένα, αναγνωρίζει τα μοντέλα και συνθέτει τις πληροφορίες. Ωστόσο, γίνεται η παραδοχή ότι η σκέψη του ατόμου χρειάζεται συχνά διεύρυνση, ερέθισμα και απαλλαγή από στερεότυπες αντιλήψεις. Τα σεναρία αποτελούν ένα εργαλείο σκέψης και μια μορφή επικοινωνίας και βοηθούν τα στελέχη αντί να τα αντικαθιστούν. Η βοήθεια που παρέχουν είναι ιδιαίτερα χρήσιμη κάτω από συνθήκες έντονης αβεβαιότητας και πολυπλοκότητας, όπου οι παραδοσιακή πρόβλεψη υποπίπτει σε σφάλματα και μεροληψίες [Schoemaker, 1991].

Οι παραπάνω ορισμοί, παρουσιάζουν αρκετά σημεία σύγκλισης μεταξύ τους και επεξηγούν με σαφήνεια την έννοια του σεναρίου. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να παρουσιαστούν οι πιθανές μελλοντικές μορφές και τάσεις – υπό μορφή σεναρίων – του Ελληνικού Συστήματος Μεταφορών επιλέγοντας ως κρίσιμες παραμέτρους την οικονομική ανάπτυξη, ενεργειακή ζήτηση, προστασία περιβάλλοντος-εξοικονόμηση και τέλος την ευρείας κλίμακας ένταξη καινοτόμων τεχνολογιών, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Με βάση τις αναλύσεις που έχουν γίνει στα προηγούμενα κεφάλαια κρίνεται αναγκαία η διερεύνηση της διεύθυνσης εναλλακτικών καυσίμων και καινοτόμων τεχνολογιών τόσο στην Ελλάδα όσο και σε μεγάλα αστικά κέντρα όπως για παράδειγμα η Αθήνα, έτσι ώστε να συλλεχθούν οι απαραίτητες πληροφορίες, η αξιοποίηση των οποίων μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών με μηδενικές εκπομπές.

Κύρια επιδίωξη είναι ο προσδιορισμός των βασικών στόχων που θα πρέπει να επιτευχθούν κατά την εξέλιξη αυτού του σεναρίου. Έχοντας προσδιορίσει τους βασικούς στόχους των σεναρίων θα πρέπει να καθορισθούν οι δράσεις που κρίνονται απαραίτητες για την επίτευξη των στόχων. Οι δράσεις αυτές σε μεγάλο βαθμό θα καθορίσουν τις μορφές ενέργειας που θα πρέπει να αναπτυχθούν για κάθε σενάριο. Στην περίπτωση διερεύνησης της διεύθυνσης καινοτόμων τεχνολογιών στο Σύστημα Μεταφορών της Ελλάδας ο σχεδιασμός και ανάπτυξη των σεναρίων βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα, τα οποία λαμβάνουν υπόψη όλα τα εμπλεκόμενα στάδια στη διάρκεια κύκλου ζωής ενός οχήματος (εξόρυξη πρώτων υλών για την παραγωγή καυσίμων μέχρι την τελική μετατροπή του καυσίμου σε μηχανική ενέργεια στον κινητήρα). Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης χρησιμοποιούνται για την συγκριτική αξιολόγηση τριών διαφορετικών τεχνολογιών που είναι διαθέσιμες αυτή τη

στιγμή στην Ελλάδα (συμβατικό, υβριδικό και ηλεκτρικό όχημα). The objective of this work is to obtain information that can assist in the utilization of alternative power train technologies so as to develop a sustainable Greek road transport system with near zero emissions.

9.2. Χαρακτηριστικά Σεναρίων

Τα σενάρια αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία [Fahey, 2003]:

- **Τελική κατάσταση:** Αναφέρεται στην κατάσταση που θα επικρατεί στον κόσμο στο τέλος της περιόδου, την οποία αφορά το σενάριο.
- **Πλοκή:** Περιγράφει τι ακριβώς πρέπει να γίνει, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η τελική κατάσταση.
- **Δυνάμεις καθοδήγησης:** Οι δυνάμεις καθοδήγησης διαμορφώνουν την πλοκή.
- **Λογική:** Παρέχει την εξήγηση του γιατί μια συγκεκριμένη πλοκή και μια συσχετιζόμενη συγκεκριμένη κατάσταση πρόκειται να πραγματοποιηθούν.

Τα ολοκληρωμένα σενάρια χαρακτηρίζονται από: εσωτερική συνέπεια [van der Heijden, 1996, Millet, 1988, Leemhuis, 1985], τους κρίσιμους και συναφείς παράγοντες [Vanston et al., 1977], σύνδεση των γεγονότων του παρελθόντος και του παρόντος με το μέλλον, απλά διαγράμματα, απεικόνιση των προκαθορισμένων στοιχείων ως εκείνων των γεγονότων που έχουν πραγματοποιηθεί, αλλά οι συνέπειες αυτών δεν έχουν ακόμη παρουσιαστεί, καθορισμός των ενδείξεων με βάση τις οποίες διαπιστώνεται πώς εξελίσσεται μια ιστορία [van der Heijden, 1996], εστιάζουν σε διαφορετικές εναλλακτικές και όχι σε παραλλαγές του ίδιου θέματος [Foster, 1993].

Τα σενάρια χρειάζεται να είναι αξιόπιστα. Σημαντικοί παράγοντες για την αξιοπιστία των σεναρίων αποτελούν: η **αξιοπιστία της πηγής**, η οποία αφορά τους εμπλεκόμενους και κρίσιμους παράγοντες στη διαδικασία διαμόρφωσης των σεναρίων καθώς και η **αξιοπιστία του περιεχομένου**, η οποία αφορά τη δύναμη και την εγκυρότητα των δεδομένων και των πληροφοριών που διαμορφώνουν τα σενάρια. Ένα καλά δομημένο σενάριο περιέχει συνήθως, πλήθος ποσοτικών και ιστορικών δεδομένων (π.χ. δείκτες αλλαγής, δημογραφικά, οικονομικές τάσεις, στατιστικές) καθώς η χρήση αυτών, βελτιώνει τη συνολική αξιοπιστία των σεναρίων. Τα σενάρια χρειάζεται να έχουν δομή και βάθος. Η εγκυρότητα του περιεχομένου συχνά επιβεβαιώνεται ή, τουλάχιστον, διερευνάται μέσω της αξιολόγησης υποδειγμάτων, της ανακάλυψης δεδομένων, και της διατύπωσης ποιοτικών υποθέσεων. Η αξιοπιστία των πληροφοριών εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από τέσσερα στοιχεία: **εξουσία και φήμη** (από πού προήλθαν τα δεδομένα, ποιοι ειδικοί αναμίχθηκαν), **κάλυψη** (εύρος και βάθος), **εγκυρότητα** (αξιόπιστα και αυθεντικά) και **αποδοχή** (συνάφεια) [Selin, 2005].

Ένα άλλο στοιχείο αξιοπιστίας του σεναρίου αποτελεί η **αξιοπιστία της μεθοδολογίας**, η οποία αναφέρεται στην ίδια τη μέθοδο ή τη διαδικασία, καθώς ενώ είναι δυνατή η κατηγοριοποίηση των μεθόδων διαμόρφωσης σεναρίων, υπάρχει ευελιξία στην εφαρμογή αυτών [van Asselt & Rothman, 2003]. Οι μέθοδοι επιλέγονται και εφαρμόζονται ανάλογα με τους στόχους, τα άτομα στα οποία απευθύνονται και τη δομή του προβλήματος.

Επίσης άλλα δύο παράγοντες αξιοπιστίας είναι η αξιοπιστία της αφήγησης και η αξιοπιστία της διάδοσης των σεναρίων. Η **αξιοπιστία της αφήγησης**, η οποία αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο θα λεχθεί μια ιστορία επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα σκέφτονται για το μέλλον [Flowers, 2003]. Η αξιοπιστία της διάδοσης αφορά το εύρος της κατανομής, καθώς και το ποιος παρουσιάζει το σενάριο και σε ποιο πλαίσιο.

Συνοψίζοντας, σημειώνεται ότι ένα καλό σενάριο χρειάζεται να είναι καλά τεκμηριωμένο έτσι ώστε οι κριτικοί και οι χρήστες του, να μπορούν να λάβουν ικανοποιητικές πληροφορίες και να κατανοήσουν τις υποθέσεις και τα μηνύματα που θέλει να περάσει. Επίσης ένα καλό σενάριο είναι αυτό που είναι εύσημο [Stigliani et al, 1989]. Με άλλα λόγια δεν θα πρέπει να αμφισβητείται εύκολα από άλλους ειδικούς. Αυτό εξαρτάται βέβαια και από άλλα πράγματα όπως η εσωτερική του συνέπεια. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί με την εφαρμογή των μοντέλων που αναφέρει το σενάριο. Επίσης ένα καλό σενάριο πρέπει να ευρύνει τους ορίζοντες με κατανοητά επιχειρήματα και να προκαλεί τα καθιερωμένα πιστεύω.

9.3. Διαμόρφωση Σεναρίων

Η διαμόρφωση σεναρίων στοχεύει στην εδραίωση του μελλοντικού σχεδιασμού, μέσω του οποίου είναι δυνατό να ελαχιστοποιηθούν οι δυσάρεστες εκπλήξεις λαμβάνοντας υπόψη διάφορα ενδεχόμενα. Το αποτέλεσμα είναι ένα σύνολο σεναρίων, τα οποία περιγράφουν την πιθανή εξέλιξη από το σήμερα στο μέλλον [Phelps et al., 2001]. Περιλαμβάνει την αλληλουχία των αλληλεξαρτώμενων γεγονότων που πρέπει να συμβούν, προκειμένου να υλοποιηθεί το σενάριο [Raubitschek, 1988].

Η διαμόρφωση σεναρίων διερευνά διάφορες απεικονίσεις του μέλλοντος [Schoemaker & van der Heijden, 1992]. Η διαμόρφωση σεναρίων αποτελεί μια συστηματική διαδικασία δημιουργικής θεώρησης πιθανών πολύπλοκων και αβέβαιων μελλόντων [Schoemaker 1995, Peterson et al., 2003]. Η διαμόρφωση σεναρίων επιχειρεί να προσδιορίσει ένα εύρος πιθανοτήτων, αποτελώντας το ερέθισμα για τους λήπτες αποφάσεων, ώστε αυτοί να λάβουν υπόψη τους στοιχεία που σε άλλη περίπτωση θα αγνοούσαν. Την ίδια στιγμή, βοηθά στο να οργανωθούν οι πιθανότητες αυτές σε αφηγήσεις, ώστε να είναι ευκολότερη η κατανόηση και η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων. Το κυριότερο όμως είναι ότι τα σενάρια έχουν στόχο το να προκαλέσουν τον καθιερωμένο τρόπο σκέψης [Schoemaker, 1995].

Η διαδικασία διαμόρφωσης σεναρίων έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά: χαρακτήρας βασισμένος στις **πιθανότητες**, **αφηγηματικότητα**, **πολλαπλότητα ιστοριών** (multiplicity of story-lines), **εφικτό** και **εσωτερική συνέπεια**. Η μέθοδος διαμόρφωσης σεναρίων βασίζεται στο γεγονός πως οι περισσότερες μελλοντικές ασυνέχειες δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν με χρήση πιθανοτήτων, καθώς υπάρχει ένα σημείο πέρα από το οποίο η αξιοπιστία των προβλέψεων δεν βελτιώνεται περαιτέρω [Heugens & van Oosterhout, 2001]. Η αφηγηματικότητα στη διαμόρφωση σεναρίων προσδίδει νόημα σε απομονωμένα γεγονότα και τάσεις, επιτρέποντας τη χρήση μεγάλης ποικιλίας δεδομένων. Η πολλαπλότητα των ιστοριών προσδίδει αυτονομία στη μέθοδο καθώς αναπτύσσεται ένα σύνολο αφηγήσεων, προκειμένου να διερευνηθούν και να αξιολογηθούν οι ερωτήσεις, οι απόψεις και οι θεωρίες σχετικά με τις μελλοντικές καταστάσεις. Τα σενάρια δεν πρέπει ποτέ να ξεπερνούν τα όρια του εφικτού καθώς στη περίπτωση που θεωρηθούν αναληθή, δεν πρόκειται να υιοθετηθούν ως κατευθυντήρια γραμμή δράσης. Κατά συνέπεια, τα σενάρια πρέπει απαραίτητως να είναι εφικτά, συνδέοντας το παρελθόν, το παρόν και το μέλλον με έναν λογικά αποδεκτό τρόπο. Τέλος, τα σενάρια είναι αποτελεσματικά, μόνο όταν διέπονται από εσωτερική συνέπεια καθώς στη περίπτωση που οι αιτιώδεις σχέσεις είναι ασαφείς και όχι ξεκάθαρες, τότε τα σενάρια δεν είναι εσωτερικά συνεπή, γεγονός που μειώνει την αποτελεσματικότητά τους [Heugens & van Oosterhout, 2001].

Είναι απαραίτητο να γίνει ο διαχωρισμός μεταξύ της **διαμόρφωσης σεναρίων (scenario planning)** και της **ανάπτυξης σεναρίων (scenario building)**. Ο όρος «διαμόρφωση» σεναρίων χρησιμοποιείται για να δείξει τη διαδικασία θεώρησης αληθοφανών μελλοντικών κόσμων και τη χρήση αυτών των κόσμων για μάθηση, αλλαγή του τρόπου σκέψης ή έλεγχο των διοικητικών αποφάσεων [Chermack, 2004, van der Heijden, 1996]. Αντίθετα, η έννοια της «ανάπτυξης» σεναρίων υποδηλώνει τη διαδικασία κατασκευής των ιστοριών και αποτελεί, στην ουσία, μέρος της διαδικασίας διαμόρφωσης σεναρίων [Chermack, 2004].

9.4. Στάδια Διαμόρφωσης Σεναρίων

Στη βιβλιογραφία είναι διαθέσιμες αρκετές παραλλαγές της διαδικασίας διαμόρφωσης σεναρίων, ανάμεσα στις οποίες παρατηρούνται τόσο ομοιότητες, όσο και διαφορές. Μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους είναι αυτή που περιγράφεται παρακάτω και περιλαμβάνει τα ακόλουθα δέκα στάδια [Schoemaker, 1995]: τον καθορισμό του θέματος, την αναγνώριση των κύριων ομάδων ενδιαφέροντος, την αναγνώριση των κύριων τάσεων, των κύριων αβεβαιοτήτων, την ανάπτυξη των αρχικών σεναρίων, τον έλεγχο για εσωτερική συνέπεια και εφικτότητα, την ανάπτυξη σεναρίων μάθησης, τον καθορισμό των ερευνητικών αναγκών, την ανάπτυξη ποσοτικών μοντέλων και την ανάπτυξη σεναρίων αποφάσεων.

Ο **καθορισμός του θέματος** αφορά τη συγκέντρωση όλων των μεταβλητών που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης σεναρίων [Godet, 1987]. Ανάμεσα στις μεταβλητές αυτές βρίσκονται το χρονικό πλαίσιο, ένα τμήμα του κλάδου ή της αγοράς, οι ομάδες ενδιαφέροντος [Phelps et al.,2001]. Το χρονικό πλαίσιο εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων: τον ρυθμό μεταβολής της τεχνολογίας, τον κύκλο ζωής των προϊόντων, τις πολιτικές εκλογές, κτλ. Οι **ομάδες ενδιαφέροντος** περιλαμβάνουν όλους του εμπλεκόμενους. Χρειάζεται να αναγνωριστούν οι τρέχοντες ρόλοι τους, τα συμφέροντά και οι δυνάμεις ισχύος καθώς και ο τρόπος με τον οποίο πρόκειται αυτές να μεταβληθούν με την πάροδο του χρόνου.

Η **αναγνώριση των κύριων τάσεων** περιλαμβάνει την αναγνώριση των πολιτικών, κοινωνικών, τεχνολογικών, νομικών, κλαδικών και οικονομικών τάσεων, οι οποίες επηρεάζουν τα ζητήματα που καθορίστηκαν στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας. Στο **στάδιο αναγνώρισης των κύριων αβεβαιοτήτων** αναζητούνται τα γεγονότα, τα αποτελέσματα των οποίων είναι αβέβαια, που πρόκειται να επηρεάσουν τα ζητήματα που διερευνώνται. Ο συνδυασμός των βασικών στοιχείων για την **ανάπτυξη των σεναρίων** μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α. **Διαισθητικά**: Από τα διαθέσιμα στοιχεία χρειάζεται να αναγνωριστούν τα σημαντικότερα και γύρω από αυτά να οργανωθούν τα υπόλοιπα [Schwartz,1991], β. **Εμπειρικά**: Επιλέγονται τα δύο σημαντικότερα στοιχεία αβεβαιότητας και συνδυάζονται σε μία μήτρα 2x2 [Schoemaker, 1997], γ. **Στατιστικά**: Μια απλή προσέγγιση για τη διαδικασία αυτή είναι ο καθορισμός δύο ακραίων εναλλακτικών κόσμων, από τους οποίους ο ένας θα περιλαμβάνει όλα τα θετικά και ο άλλος όλα τα αρνητικά στοιχεία.

Η **εσωτερική συνέπεια** του σεναρίου ελέγχεται, από τις τάσεις (πόσο συμβατές είναι με το χρονικό πλαίσιο που έχει επιλεγεί), τους συνδυασμούς (συμβατότητα συνδυασμών αποτελεσμάτων και καταστάσεων αβεβαιότητας) και τις αντιδράσεις των κύριων ομάδων ενδιαφέροντος. Στόχος στην **ανάπτυξη σεναρίων μάθησης** είναι η αναγνώριση των θεμάτων που κρίνονται στρατηγικά συναφή και, στη συνέχεια, η οργάνωση των τάσεων και των πιθανών αποτελεσμάτων γύρω από αυτά. Το στάδιο **καθορισμού των ερευνητικών αναγκών** περιλαμβάνει περαιτέρω έρευνα για την καλύτερη κατανόηση των τάσεων και των βασικών στοιχείων αβεβαιότητας. Τα **ποσοτικά μοντέλα** βοηθούν στο να αποφευχθεί η διαμόρφωση ανέφικτων σεναρίων, καθώς και στην ποσοτικοποίηση των σεναρίων σε όρους, για παράδειγμα, ρυθμού ανάπτυξης, κλπ. Τέλος, μέσω μίας αμφίδρομης διαδικασίας, **διαμορφώνονται τα σενάρια** που θα χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των στρατηγικών αποφάσεων και για την ανάπτυξη νέων ιδεών.

9.5. Τύποι Σεναρίων

Τα σενάρια μπορούν να ενταχθούν σε δύο ευρύτερες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει εκείνα τα σενάρια που απεικονίζουν μία μελλοντική κατάσταση. Τα σενάρια αυτά χρησιμοποιούνται με στόχο την ανάπτυξη στρατηγικών, πολιτικών και εναλλακτικών τρόπων δράσης για την αντιμετώπιση της κάθε κατάστασης. Η δεύτερη κατηγορία αποτελεί μία εντελώς διαφορετική προσέγγιση. Υποθέτει ότι η πολιτική που θα ακολουθηθεί έχει καθοριστεί. Στη συνέχεια, η πολιτική και οι συνέπειές της ενσωματώνονται σε ένα σενάριο σχετικά με μία μελλοντική κατάσταση. Αυτός ο δεύτερος τύπος σεναρίων, αντί να προκαλεί συζητήσεις για τις πολιτικές, παρουσιάζει τις συνέπειες μίας συγκεκριμένης επιλογής ή ενός συνόλου επιλογών. Συνεπώς, ενώ η πρώτη κατηγορία σεναρίων ενεργοποιεί τη σκέψη, η δεύτερη αποτελεί ένα εργαλείο ερμηνείας των συνεπειών μίας πολιτικής [Coates, 2000].

Τα σενάρια ωστόσο, εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά τα οποία εντοπίζονται στον τρόπο που η μέθοδος αυτή προσεγγίζει το μέλλον, την αβεβαιότητα και το βαθμό πρόβλεψής της καθώς και τους κινδύνους που αναφύονται από την επιλογή μιας εναλλακτικής λύσης αλλά και από τις πολιτικές που πρόκειται να εφαρμοστούν για την υλοποίηση της επιλεγείσας εναλλακτικής. Παρακάτω γίνεται αναφορά στους τύπους σεναρίων.

Τα **παγκόσμια ή εξωτερικά σενάρια** περιλαμβάνουν μακροοικονομικές μεταβλητές (π.χ. ΑΕΠ, πληθωρισμός, καταναλωτικά πρότυπα, γεωπολιτικές τάσεις και οι πιθανές μεγάλες δομικές αλλαγές στις διεθνείς μακροοικονομικές συνθήκες).

Τα σενάρια διακρίνονται σε **περιγραφικά σενάρια (descriptive scenarios)**, τα οποία βασίζονται κυρίως σε γνώσεις και μελέτες του παρελθόντος, όπως επίσης σε τρέχουσες πολιτικές και κατευθύνσεις [Ducot & Lubben, 1980]. Τα **κανονιστικά σενάρια (normative scenarios)**, είναι ανεξάρτητα από παρούσες ή παρελθούσες τάσεις περιέχουν τις ανησυχίες και τα κίνητρα αυτών που θα χρησιμοποιήσουν τα σενάρια [Bunn & Salo, 1993]. Τα κανονιστικά σενάρια σχεδιάζονται με βάση κάποια επιθυμητά χαρακτηριστικά ή «νόρμες» που θα πρέπει να έχει το μέλλον σύμφωνα με τον αναλυτή που επεξεργάζεται το σενάριο. Αυτός ο τύπος σεναρίου είναι έμφυτα κατευθυνόμενος από πολιτικές και περιοριστικός. Έτσι αυτά τα σενάρια υποθέτουν ότι οι δράσεις πολιτικής μπορούν να οδηγήσουν σε μία επιθυμητή εκδοχή του μέλλοντος και σχεδιάζονται για να αναγνωρίσουν τις δράσεις πολιτικής που είναι απαραίτητες για το σκοπό αυτό.

Άλλη μία διάκριση είναι μεταξύ των **σεναρίων τάσης (trend)** και των περιφερειακών (peripheral) σεναρίων [Ducot & Lubben, 1980]. Η διάκριση μεταξύ των δύο κατηγοριών βασίζεται στο πόσο απρόβλεπτο παρουσιάζεται ένα σενάριο. Τα **σενάρια τάσης** αποτελούν απλή προέκταση των υπαρχόντων σχεδιασμών στο μέλλον και περιλαμβάνουν λίγα (ή και καθόλου) απρόβλεπτα στοιχεία. Τα σενάρια αυτά, περιγράφουν τις επιπτώσεις και την τελική

εικόνα που προκύπτει από την παρούσα πολιτική και τις τρέχουσες κατευθύνσεις. Αντίθετα, τα **περιφερειακά σενάρια** εκχωρούν ακραίες τιμές στις μεταβλητές και απεικονίζουν αρκετά απρόβλεπτα στοιχεία [Bunn & Salo, 1993].

Τα **διερευνητικά σενάρια (exploratory scenarios)**, σχεδιάζονται για τη διερεύνηση διαφόρων ευλογοφανών εξελίξεων. Ο σκοπός τους είναι η αναγνώριση των σεναρίων με τις πιο στιβαρές στρατηγικές από την οπτική γωνία του αναλυτή. Για παράδειγμα, η αναγνώριση παραγόντων που επηρεάζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε μία περίοδο τριάντα ετών θα ήταν χρήσιμη στη διαμόρφωση πολιτικών επιλογών. Τα διερευνητικά σενάρια λοιπόν, μπορούν:

- Να βοηθήσουν τους επιστήμονες να αναγνωρίσουν τις διαστάσεις και τους παράγοντες – κλειδιά για τις μελλοντικές εξελίξεις.
- Να τους βοηθήσουν να διερευνήσουν και να κατανοήσουν τις δυναμικές σχέσεις μεταξύ των βασικών παραγόντων – κλειδιών και να εκτιμήσουν τη σχετική σημασία τους ως πηγές αβεβαιότητας.
- Να επιτρέπουν μια πιο συστηματική και ολοκληρωμένη εκτίμηση των αβεβαιοτήτων που είναι συνυφασμένες με τον τομέα ενέργεια – περιβάλλον.

Για τα **διερευνητικά σενάρια**, σημείο εκκίνησης αποτελεί το παρόν, του οποίου οι συνέπειες αναμένεται να εκδηλωθούν στο μέλλον [Godet, 2000]. Επομένως, η διαμόρφωσή τους περιλαμβάνει την προέκταση των συμπερασμάτων, τα οποία διατηρούν το φυσικό προσανατολισμό του χρόνου και διαμορφώνουν το συνήθη τρόπο θεώρησης του μέλλοντος [Jungermann, 1985]. Ως αποτέλεσμα, τα σενάρια παρουσιάζουν ρεαλιστικές, αλλά όχι απρόβλεπτες καταστάσεις, ενώ φαίνεται να αγνοούν γεγονότα που ενδέχεται να προκύψουν από μη αναγνωρίσιμες αιτίες.

Από την άλλη πλευρά, τα **προκαταβολικά σενάρια** διαμορφώνονται με βάση την αναζήτηση των πιθανών αιτίων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μία συγκεκριμένη μελλοντική κατάσταση [Godet, 2000]. Τα προκαταβολικά σενάρια δίνουν μεγαλύτερη σημασία στους στόχους, ενώ αναζητούν επεξηγήσεις και όχι συνέπειες. Κατά συνέπεια, τα συγκεκριμένα σενάρια αναμένεται να είναι περισσότερο απρόβλεπτα, αλλά και πιο κατάλληλα για την ανακάλυψη νέων επιλογών [Bunn & Salo, 1993]. Διακρίνονται επίσης τα **παραγωγικά (deductive)** και **επαγωγικά (inductive)** σενάρια με τρόπο παρόμοιο με τη διάκριση μεταξύ διερευνητικών και προκαταβολικών σεναρίων [Schnaars, 1987]. Σύμφωνα με την παραγωγική προσέγγιση, κάθε σενάριο διαμορφώνεται αφού πρώτα καθοριστεί το αρχικό θέμα (π.χ. αισιόδοξο ή απαισιόδοξο), ενώ ακολουθεί ο καθορισμός των συναφών μεταβλητών. Αντίθετα, η επαγωγική προσέγγιση ξεκινά με την αναγνώριση των κύριων παραγόντων και των πιθανών αποτελεσμάτων τους και, στη συνέχεια, αναπτύσσονται τα σενάρια μέσα από συνδυασμό των πιθανών αποτελεσμάτων. Η παραγωγική προσέγγιση

οδηγεί στη διαμόρφωση εσωτερικά συνεπών σεναρίων, αλλά ο αριθμός των σεναρίων που προκύπτουν είναι σχετικά μικρός. Από την άλλη, η επαγωγική προσέγγιση είναι προτιμότερη όσον αφορά την κατανόηση των σεναρίων, αλλά ενδέχεται να οδηγήσει σε αντικρουόμενα αποτελέσματα [Bunn & Salo, 1993].

Ο πιο γνωστός τύπος σεναρίου αποτελεί το **σενάριο αναφοράς** που υποθέτει ότι οι τρέχουσες τάσεις θα συνεχιστούν και στο μέλλον και η δομή του συστήματος παραμένει η ίδια ή υπόκειται σε αλλαγές που έχουν προκαθοριστεί. Βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα, τα σενάρια αυτά συνδέονται με υψηλή πιθανότητα. Μακροπρόθεσμα όμως, αυτές οι τάσεις μπορούν να αποδειχθούν απίθανες. Τα σενάρια πολιτικής, που σχεδιάζονται για την ανάλυση της επίδρασης μιας νέας πολιτικής στο πλαίσιο της διατήρησης των τρεχουσών τάσεων, συχνά παρουσιάζουν τους ίδιους περιορισμούς με τα σενάρια αναφοράς.

Τα **σενάρια προβολής** σχετίζονται με την προσέγγιση forecasting και η διαδικασία δόμησής τους έχει ως αφετηρία την υπάρχουσα κατάσταση και τις πιθανές μελλοντικές διαδρομές που μπορούν να οδηγήσουν στην υλοποίησή τους. Στη συνέχεια, περιγράφονται οι επιπτώσεις όλων των εναλλακτικών κατευθύνσεων και με αυτόν τον τρόπο συντίθεται τελικά η μελλοντική εικόνα. Βασικό μειονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου σεναρίων είναι ο σχετικός βαθμός συντηρητικότητας που ενσωματώνει καθώς και ο περιορισμός της φαντασίας του σχεδιαστή.

Τα **σενάρια προοπτικής** δομούνται με αφετηρία το μέλλον και ακολουθούν αντίστροφη πορεία από το μέλλον στο παρόν. Είναι συνήθως επεξηγηματικά και κανονιστικά και εκτιμούν την εφικτότητα των φυσικών και κοινωνικών χαρακτηριστικών της μελλοντικής εικόνας που παρουσιάζουν. Τέλος αναλύουν και επεξηγούν τα απαραίτητα μέτρα πολιτικής για την επίτευξη της προβαλλόμενης μελλοντικής εικόνας.

Τα **περιβαλλοντικά σενάρια** καλύπτουν μια ευρεία κλίμακα θεματικών ενοτήτων, από σενάρια παγκόσμιας βιωσιμότητας μέχρι και σενάρια που επικεντρώνονται σε συγκεκριμένα περιβαλλοντικά θέματα όπως αλλαγές στην ποιότητα του αέρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή του πλανήτη. Η ανάλυση περιβαλλοντικών σεναρίων καλύπτει μια ευρεία κλίμακα θεματικών ενοτήτων, από σενάρια παγκόσμιας βιωσιμότητας μέχρι και σενάρια που επικεντρώνονται σε συγκεκριμένα περιβαλλοντικά θέματα όπως αλλαγές στην ποιότητα του αέρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή του πλανήτη [Alcamo ,2001]. Σημειώνεται ότι υπάρχει ένα συγκεκριμένο επίπεδο ελευθερίας στην ερμηνεία του όρου «περιβαλλοντικά θέματα» αν και υπάρχουν μερικές συμφωνίες σχετικά με το τι πρέπει αυτά να περιλαμβάνουν. Έτσι για να οριστεί ένα σενάριο ως περιβαλλοντικό, αυτά τα θέματα θα πρέπει να έχουν πρωταρχική σημασία.

Διακρίνονται επίσης: **α. τα σενάρια της κοινής γνώμης**, τα οποία στηρίζονται στις απόψεις που έχει διαμορφώσει η πλειοψηφία του πληθυσμού και πρόκειται συνήθως για τη

σύνθεση μελλοντικών εικόνων που υπακούουν στους κανόνες της λογικής, **β. τα σενάρια εμπειρογνομόνων**, τα οποία στηρίζονται στις απόψεις που έχουν διαμορφώσει ειδικοί οι οποίοι εκπροσωπούν ένα συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο και **γ. τα σενάρια, τα οποία βασίζονται στην επιστημονική γνώση.**

9.6. Εφαρμογή Σεναρίων

Κάθε σενάριο θέτει ένα διαφορετικό σύνολο στρατηγικών προκλήσεων, ενώ προϋποθέτει διαφορετικές ικανότητες. Η εξερεύνηση αυτών μετατρέπει το αρχικό σενάριο σε σενάριο για τη λήψη απόφασης. Η ανάλυση σεναρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για: αναγνώριση των ενδείξεων προειδοποίησης, εκτίμηση της αναλογίας κινδύνου – απόδοσης κάθε επιλογής [Schoemaker, 1995], ανάδειξη καλύτερων στρατηγικών επιλογών, διεύρυνση των πνευματικών μοντέλων, σύνδεση του οράματος με την επιχειρησιακή δράση [Heugens & van Oosterhout, 2001], αντιμετώπιση περιπτώσεων σχεδιασμού κάτω από συνθήκες αυξημένης πολυπλοκότητας [Maddox et al., 1987].

Η χρήση της μεθοδολογίας Ανάλυσης Σεναρίων παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα καθώς η μεθοδολογία συμβάλλει στη κατανόηση των μελλοντικών καταστάσεων, βοηθά στη συνειδητοποίηση της κινητικότητας του περιβάλλοντος [Burt & van der Heijden, 2003] και στην αξιολόγηση αυτού [Linneman & Klein, 1985], οδηγεί στην ενασχόληση με περισσότερο αποτελεσματικές στρατηγικές συζητήσεις, δημιουργεί πνευματικό υπόβαθρο για μια ισχυρή στρατηγική, διαμορφώνουν ένα σύνολο επιλογών δράσης. Επίσης η χρήση των σεναρίων ενδείκνυται σε περιπτώσεις έντονης αβεβαιότητας [Courtney, 2003], όπου υπάρχει έλλειψη δεδομένων και σημαντικός αριθμός μη μετρήσιμων και ποσοτικοποιήσιμων παραγόντων.

Από την άλλη πλευρά, τα συνηθέστερα σφάλματα κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης σεναρίων διακρίνονται σε: **α. σφάλματα διαδικασίας**, τα οποία αναφέρονται σε προβλήματα που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο διενεργείται η διαδικασία διαμόρφωσης σεναρίων και **β. σφάλματα περιεχομένου**, τα οποία αφορούν προβλήματα που εντοπίζονται στην ποιότητα των δεδομένων. Αναλυτικότερα τα σφάλματα διαδικασίας μπορεί να οφείλονται σε μη ρεαλιστικές προσδοκίες, στην ύπαρξη πάρα πολλών σεναρίων, καθώς και στην αποτυχία σύνδεσης των σεναρίων με την υφιστάμενη κατάσταση. Σε ότι αφορά τον αριθμό σεναρίων προτιμότερο, είναι να αναπτύσσονται από δύο έως τέσσερα σενάρια [Courtney, 2003, van der Heijden, 1996, Mercera, 1995]. Τα σφάλματα περιεχομένου μπορεί να οφείλονται στην αποτυχία υιοθέτησης μακροπρόθεσμου προσανατολισμού, στην αποτυχία υιοθέτησης ενός ευρύτερου πεδίου σκέψης, στην υπερβολική προσοχή στις τάσεις και στις λεπτομέρειες, στο υπερβολικά ομοιογενές εύρος απόψεων, στην έλλειψη εσωτερικής λογικής, στην αδυναμία

εύρεσης των βαθύτερων αιτιών, στην αδυναμία διαμόρφωσης δυναμικών σεναρίων και στην ασυνάφεια.

Τα βήματα που προτείνονται για τη διαμόρφωση αξιόπιστων σεναρίων είναι τα εξής:

- Καθορισμός του θέματος
- Καθορισμός των αβέβαιων και των προκαθορισμένων παραγόντων
- Περιορισμός των παραγόντων και καθορισμός του εύρους αυτών
- Επιλογή των θεμάτων και ορισμός των λεπτομερειών
- Έλεγχος της εσωτερικής συνέπειας των σεναρίων
- Παρουσίαση των σεναρίων
- Αξιολόγηση των επιπτώσεων των σεναρίων
- Ανάπτυξη και έλεγχος στρατηγικών

Τέλος σημειώνεται πως ο τρόπος παρουσίασης των σεναρίων είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Χρειάζεται να ληφθούν υπόψη οι αποδέκτες των σεναρίων, ο τίτλος κάθε σεναρίου, η μορφή παρουσίασης των λεπτομερειών κάθε σεναρίου, καθώς και το λεκτικό επίπεδο συγγραφής των σεναρίων. Το καθένα από τα τέσσερα αυτά στοιχεία συμβάλλει στο να διατυπώνεται ένα σενάριο, να λαμβάνει την τελική του μορφή και να γίνεται κατανοητό από τους συμμετέχοντες στη διαδικασία και τους αποδέκτες.

9.7. Διείσδυση Εναλλακτικών Καυσίμων και Καινοτόμων

Τεχνολογιών στο Ελληνικό Σύστημα Μεταφορών

Ο τομέας των μεταφορών έχει ιδιαίτερα επιβαρυντικό ρόλο σε ότι αφορά τις ανθρωπογενείς εκπομπές CO₂. Οι οδικές μεταφορές είναι υπεύθυνες για το 90% των παραπάνω εκπομπών οφείλονται στις οδικές μεταφορές. Σύμφωνα με την ετήσια Έκθεση της Ε.Ε. σχετική με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ΕΕ των 15 αυξήθηκαν κατά 24% το 2005 [EEA, 2007]. Ο τομέας των οδικών μεταφορών στην Ελλάδα εξελίσσεται με ένα εντυπωσιακό ρυθμό οδηγώντας σε αύξηση των εκπομπών CO₂ σε ποσοστό 59% το 2005 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Επιπρόσθετα τα αέρια του θερμοκηπίου από τις οδικές μεταφορές αυξήθηκαν κατά 78 % το 2009 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 [EEA, 2013]. Ιδιαίτερα στην περίπτωση της πόλης της Αθήνας η χρήση των οχημάτων είναι υπεύθυνη σχεδόν για το σύνολο των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα (CO), για το 75% των εκπομπών υδρογονανθράκων (HC) και των οργανικών πτητικών

ενώσεων (VOC) και για το 65% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx) [MEPPW, 1989].

Στην Ε.Ε, η χρήση των εναλλακτικών καυσίμων και των καινοτόμων τεχνολογιών θεωρούνται ως πιθανές εναλλακτικές λύσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων. Οι στόλοι οχημάτων αποτελούν ένα ελκυστικό κομμάτι της αγοράς για τη διεξόδυση εναλλακτικών τεχνολογιών καυσίμων δεδομένης της αγοραστικής κλίμακας, της κατανάλωσης καυσίμων και του υψηλού κύκλου εργασιών [Nesbitt K, Sperling D., 2001].

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο τα εναλλακτικά καύσιμα έχουν αναγνωρισθεί ως μέρος της Ευρωπαϊκής στρατηγικής στον τομέα της ενέργειας και των μεταφορών. Ως στόχος για την εισαγωγή των εναλλακτικών καυσίμων έχει προταθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η συμμετοχή τους κατά 20% στο μίγμα καυσίμων μεταφορών έως το 2020. Επίσης στην βάση των χαρακτηριστικών βιωσιμότητας που διαθέτουν και γενικότερα των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών τους, της ωριμότητας στην τεχνολογία τους, της ασφάλειας τους και των οικονομικών και πρακτικών ζητημάτων που συνδέονται με αυτά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει, μεταξύ των εναλλακτικών καυσίμων, τα βιοκαύσιμα, το φυσικό αέριο και το υδρογόνο. Στις παραπάνω τεχνολογίες προστίθεται και ο εξηλεκτρισμός των μεταφορών.

Από το 2000 στην Ε.Ε. σημειώνεται άνοδος στη χρήση diesel στα οχήματα καθώς και στη διεξόδυση (με χαμηλούς ρυθμούς) οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων (alternative fuel vehicles – AFV), όπως για παράδειγμα υγραέριο (LPG), φυσικό αέριο (NG), ηλεκτρισμός, υδρογόνο, βενζίνη – βιοαιθανόλη, βενζίνη - LPG, βενζίνη - ΦΑ (Πίνακας 9.7) . Η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων είναι πολλά υποσχόμενη σε ότι αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθώς και τη μείωση της χρήσης πετρελαίου στην ΕΕ , καθώς η χρήση του εξασφαλίζει μηδενική εκπομπή ρύπων, τουλάχιστον κατά τη λειτουργία του οχήματος, και αποδεσμεύει τους χρήστες από την χρήση υγρών καυσίμων. Προς αυτή τη κατεύθυνση , η Ε.Ε. ενισχύει τα «πράσινα αυτοκίνητα» προβλέποντας ένα πακέτο € 5.000.000.000 με τη μορφή επιχορηγήσεων και δανείων από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, με στόχο την ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος οδικών μεταφορών.

Τύπος Καυσίμου	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Βενζίνη	68.9	64.0	59.2	55.5	51.9	50.7	49.4	47.3	47.3
Diesel	31.0	35.9	40.7	44.4	47.9	49.1	50.3	51.9	51.4
Εναλλ.Καύσιμα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.7	1.3

Πίνακας 9.7. Ποσοστά χρήσης ανά τύπου καυσίμου (%) σε νέα επιβατικά οχήματα στην Ε.Ε [EU, 2010]

Ένα βιώσιμο σύστημα μεταφορών χρειάζεται να είναι οικονομικά προσιτό, να λειτουργεί αποδοτικά, να προσφέρει τη δυνατότητα επιλογής τρόπου μεταφοράς και να υποστηρίζει μια ανταγωνιστική οικονομία, καθώς και να λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να χρησιμοποιεί ανανεώσιμους πόρους μέχρι ή κάτω από τους ρυθμούς παραγωγής και να χρησιμοποιεί μη ανανεώσιμους πόρους μέχρι ή κάτω από τα ποσοστά ανάπτυξης ανανεώσιμων υποκατάστατων, και να ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις στη χρήση της γης και την παραγωγή θορύβου. Η διεξόδου των εναλλακτικών καυσίμων στους επιβατικούς στόλους τόσο σε εθνικό όσο και σε αστικό επίπεδο αποτελεί σημαντικό μέρος αυτής της στρατηγικής.

Παρόλα αυτά τεχνολογικές, οικονομικές και κοινωνικές προκλήσεις χρειάζεται να παραμερισθούν προκειμένου να υλοποιηθούν οι στόχοι για την επίτευξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών. Η διεξόδου **βιοκαυσίμων** στο Ελληνικό Σύστημα Μεταφορών δεν απαιτεί σημαντικές αλλαγές στην υποδομή ή στα οχήματα. Εμπόδιο αποτελεί το υψηλό κόστος σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα και η έλλειψη πρώτων υλών σήμερα λόγω των περιορισμένων καλλιεργήσιμων εδαφών. Σε ότι αφορά τη χρήση του **Φ.Α.** στον επιβατικό στόλο σημειώνεται πως απαιτείται σε μεγάλο ποσοστό αλλαγή των σημερινών οχημάτων ενώ οι κινητήρες χρειάζονται σύστημα ρύθμισης της καύσης τους λόγω των διαφορών στην ποιότητα του φυσικού αερίου. Επίσης χρειάζεται βελτίωση των αποθηκευτικών δυνατοτήτων των οχημάτων Φ.Α. ώστε να πλησιάσουν την αυτονομία των συμβατικών. Η διεξόδου του Φ.Α. απαιτεί σημαντικά οικονομικά και μη οικονομικά κίνητρα καθώς η αγορά οχημάτων φυσικού αερίου θα παραμένει μικρή όσο οι καταναλωτές δεν θα έχουν στην διάθεση τους επαρκή αριθμό σταθμών ανεφοδιασμού και αντιστρόφως οι εταιρείες καυσίμων θα εμφανίζονται απρόθυμες να κατασκευάσουν σταθμούς φυσικού αερίου που δεν θα είναι οικονομικά βιώσιμοι λόγω μικρού αριθμού πελατών. Η διεξόδου **τεχνολογιών υδρογόνου** στον επιβατικό στόλο παρουσιάζει προβλήματα, τα οποία οφείλονται σε μια σειρά βασικών τεχνοοικονομικών εμποδίων που εξακολουθούν να παραμένουν άλυτα. Τα ζητήματα της παραγωγής υδρογόνου, διανομής και αποθήκευσης είναι δυσεπίλυτα και απαιτείται κατάλληλη ερευνητική και αναπτυξιακή στρατηγική για την επίλυση τους.

Τέλος σε ότι αφορά τη διεξόδου ηλεκτρικών αυτοκινήτων απαιτεί σημαντικά οικονομικά και μη οικονομικά κίνητρα καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα είναι ακριβότερα των συμβατικών και παρουσιάζουν σημαντικά μειονεκτήματα (αυτονομία, χρόνος και συχνότητα φόρτιση). Για να πεισθεί ο καταναλωτής να τα επιλέξει θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλα κίνητρα που να καθιστούν το ηλεκτρικό αυτοκίνητο ελκυστικότερο του συμβατικού. Σημαντική πρόκληση αποτελεί η φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων η οποία αναλόγως και της τεχνολογίας φόρτισης είναι χρονοβόρα. Για την φόρτιση απαιτείται ανάπτυξη δικτύου σταθμών φόρτισης ή σταθμών αντικατάστασης μπαταριών (battery swapping).

9.8. Ενεργειακό Μοντέλο Βελτιστοποίησης Ελληνικού Συστήματος Μεταφορών

Τα ενεργειακά μοντέλα χαρακτηρίζονται από τις ακόλουθες αναλυτικές προσεγγίσεις: **προσέγγιση top-down**, **προσέγγιση bottom-up** και **υβριδική προσέγγιση**. Τα **top-down** μοντέλα εξετάζουν την ευρύτερη οικονομία και ενσωματώνουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών αγορών που οφείλονται σε αλλαγές τις οποίες προκαλούν οι διάφορες πολιτικές στις σχετικές τιμές και τα εισοδήματα. Συνήθως δεν περιέχουν τεχνολογικές λεπτομέρειες της παραγωγής ή μετατροπής ενέργειας. Οι ενεργειακοί τομείς – όπως και οι υπόλοιποι μη ενεργειακοί τομείς – παρουσιάζονται με έναν αθροιστικό τρόπο μέσω συναρτήσεων παραγωγής που συνδυάζουν πιθανότητες υποκατάστασης μέσω διαφορετικών ελαστικότητων. Συνεπώς, τα συμβατικά ενεργειακά μοντέλα δε μπορούν να ενσωματώσουν ευθέως διαφορετικές υποθέσεις για το πώς οι διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες και τα κόστη θα εξελιχθούν στο μέλλον.

Από την άλλη πλευρά, τα **bottom-up μοντέλα** περιγράφουν τις τρέχουσες και μελλοντικές τεχνολογίες. Είναι συνεπώς κατάλληλα για την ανάλυση ειδικότερων αλλαγών στην τεχνολογία ή πολιτικών όπως τα standards αποδοτικότητας. Ένα σημαντικό μειονέκτημα των μοντέλων αυτών είναι ότι αποτυγχάνουν να λάβουν υπόψη τους διαστρεβλώσεις στις τιμές, αλληλεπιδράσεις σε επίπεδο οικονομίας και επιδράσεις στα εισοδήματα. Ο **Πίνακας 9.8** συνοψίζει τα δυνατά σημεία των δύο προσεγγίσεων. Τα **υβριδικά μοντέλα**, που αποτελούν ένα συνδυασμό των δύο παραπάνω κατηγοριών μοντέλων, χρησιμοποιούνται για να ξεπεραστούν οι αδυναμίες της κάθε κατηγορίας [Böhringer, 2007].

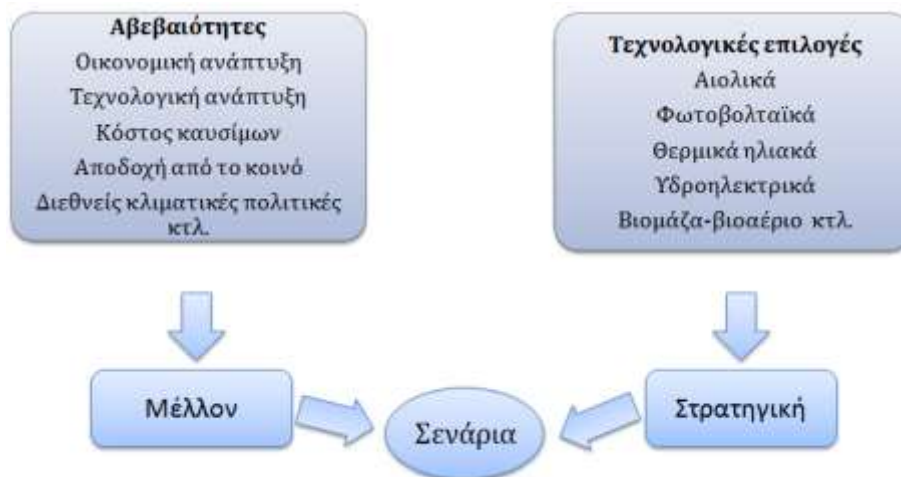
top-down	bottom-up
Προσέγγιση ισορροπίας της αγοράς	Προσέγγιση αριστοποίησης
Συνολική απεικόνιση κλάδων	Καλύτερη μηχανική/τεχνολογική απεικόνιση
Ενεργειακές ροές και ενεργειακή ζήτηση σε νομισματικούς όρους	Ενεργειακές ροές και ενεργειακή ζήτηση σε υλικές μονάδες
Ενδογενής παρουσίαση των περισσότερων μακροοικονομικών παραμέτρων όπως οι τιμές και οι ελαστικότητες ζήτησης	Καλύτερη προσέγγιση για ανάλυση πολιτικών με αξιολόγηση των τεχνολογικών επιδράσεων και ενεργειακού μείγματος σε έναν κλάδο

Πίνακας 9.8. Δυνατά σημεία των δύο προσεγγίσεων.

9.9. Εφαρμογή Μεθοδολογίας Ανάλυσης Σεναρίων για το Ελληνικό Σύστημα Μεταφορών

Μετά την ανάλυση που προηγήθηκε σε ότι αφορά στην εξεργειακή ανάλυση του Συστήματος Μεταφορών, στην στατιστική ανάλυση των ατμοσφαιρικών ρύπων καθώς και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων στον τομέα των οδικών μεταφορών, τα αποτελέσματα που προκύπτουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω επεξεργασία. Η επεξεργασία αυτή θα αφορά στη δημιουργία ενός μοντέλου που σκοπό θα έχει τη βελτιστοποίηση της χρήσης των ενεργειακών πόρων στον τομέα των μεταφορών και θα οδηγούν σε ένα βιώσιμο σύστημα μεταφορών.

Στο πλαίσιο αυτό γίνεται προσπάθεια να αναγνωριστούν οι δύο μεγαλύτεροι παράγοντες αβεβαιότητας. Υποθέτοντας ότι οι δύο παράγοντες «κλειδιά» είναι η τεχνολογική ανάπτυξη και η οικονομική ανάπτυξη (**Διάγραμμα 9.9α**), δημιουργείται ένας δισδιάστατος χώρος με τέσσερα τεταρτημόρια, στο καθένα από τα οποία αντιστοιχεί ένα σενάριο. Κάθε σενάριο συντελείται από ένα πιθανό μέλλον και μία στρατηγική [44]. Κάθε μέλλον είναι ουσιαστικά μια αβεβαιότητα που επηρεάζει το ενεργειακό σύστημα και κάθε στρατηγική περιέχει ένα συνδυασμό τεχνολογικών επιλογών.



Διάγραμμα 9.9.α Μεθοδολογικό πλαίσιο διαμόρφωσης σεναρίων

Οι τεχνολογικές επιλογές βασίζονται στα υπάρχοντα σενάρια της Επιτροπής 20-20-20 του Υπουργείου Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής [ΥΠΕΚΑ, 2010]. Κοινή παράμετρος σε όλα τα σενάρια είναι η ένταξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, που σκοπό έχει τον περιορισμό των επιβλαβών επιπτώσεων στο περιβάλλον και τη συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις που απορρέουν από την ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική για τη διείσδυση των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των

μεταφορών (**Διάγραμμα 9.9.β**). Η περιγραφή και τα αποτελέσματα αυτών των σεναρίων δεν θα πρέπει να θεωρούνται ως η βέλτιστη ανάπτυξη του μελλοντικού συστήματος μεταφορών, αλλά ως πιθανά «μέλλοντα», δηλαδή «πιθανές» μελλοντικές εξελίξεις.



Διάγραμμα 9.9.α Μεθοδολογικό πλαίσιο διαμόρφωσης σεναρίων

Ο σχεδιασμός των σεναρίων για κάθε μία από τις μελέτες περίπτωσης (Ελλάδα και Αθήνα) δεν λαμβάνουν υπόψη τα μέτρα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης για την εξοικονόμηση ενέργειας του 2^{ου} Σχεδίου Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης [ΥΠΕΚΑ, 2011]. Θεωρείται όμως μείωση της τελικής ενεργειακής έντασης των αυτοκινήτων στις οδικές μεταφορές. Σε όλα τα σενάρια λαμβάνεται υπόψη η τρέχουσα οικονομική κρίση.

Η μελλοντική ενεργειακή κατανάλωση συνδέεται με την ελαστικότητα ενεργειακής κατανάλωσης ως προς το ΑΕΠ. Η ελαστικότητα ενεργειακής κατανάλωσης ως προς το ΑΕΠ παριστά το ποσοστό μεταβολής της ενεργειακής κατανάλωσης ανά μονάδα μεταβολής του ΑΕΠ. Αυτό σημαίνει ότι μία μονάδα οικονομικής ανάπτυξης απαιτεί ένα σταθερό ποσοστό αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας.

$$\varepsilon = \frac{\partial E}{\partial \text{ΑΕΠ}} \frac{\text{ΑΕΠ}}{E} = \frac{\frac{\Delta E}{E}}{\frac{\Delta \text{ΑΕΠ}}{\text{ΑΕΠ}}}$$

Γίνεται προφανές ότι η χρήση των χαμηλότερων και υψηλότερων ελαστικοτήτων σε συνδιασμό με τους δύο διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης ΑΕΠ οδηγούν σε διαφορετική ζήτηση ενέργειας για κάθε σενάριο. Συνοψίζοντας στη διαμόρφωση των σεναρίων λαμβάνονται υπόψη κρίσιμοι παράμετροι από τους τομείς της οικονομίας, της ενέργειας, του περιβάλλοντος και της τεχνολογίας.

9.9.1. Σχεδιασμός Βιώσιμου Συστήματος Μεταφορών

Οι βασικές πτυχές που διαμορφώνουν το μοντέλο βελτιστοποίησης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφορών (Διάγραμμα 9.9.1) είναι:

Διαθεσιμότητα ενεργειακών πόρων και τεχνολογίας: Η διαθεσιμότητα και το δυναμικό αφορούν στην ύπαρξη κάποιου πόρου σε μια συγκεκριμένη περιοχή, στο κόστος μεταφοράς ή παροχής του και στο βαθμό που είναι εκμεταλλεύσιμος ο πόρος αυτός τόσο από τεχνολογικής άποψης όσο και από οικονομικής. Επίσης λαμβάνονται υπόψη περιορισμοί που σχετίζονται με την ικανότητα λειτουργίας του σχεδιαζόμενου ενεργειακού συστήματος τόσο από τεχνολογική όσο και από οικονομική άποψης όπως επίσης και με την αξιοπιστία του.

Κόστος πετρελαίου: Η τιμή του πετρελαίου που είναι μεταβαλλόμενη λόγω πολλών παραγόντων (οικονομικών, κοινωνικών, πολιτικών κλπ) επηρεάζοντας έτσι το κόστος των καυσίμων.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις – εκπομπή ρύπων: Εξαρτώνται άμεσα από τον ενεργειακό πόρο που χρησιμοποιείται και από τον τύπο και την αποδοτικότητα της τεχνολογίας και του ενεργειακού συστήματος που χρησιμοποιεί τους πόρους αυτούς. Οι παραπάνω περιορισμοί σχετίζονται με κάποια ανώτατα όρια επιτρεπόμενης εκπομπής συγκεκριμένων ρύπων που μπορεί να επιβάλλονται από νομοθεσίες τόσο σε εθνικό όσο και σε Κοινοτικό επίπεδο.

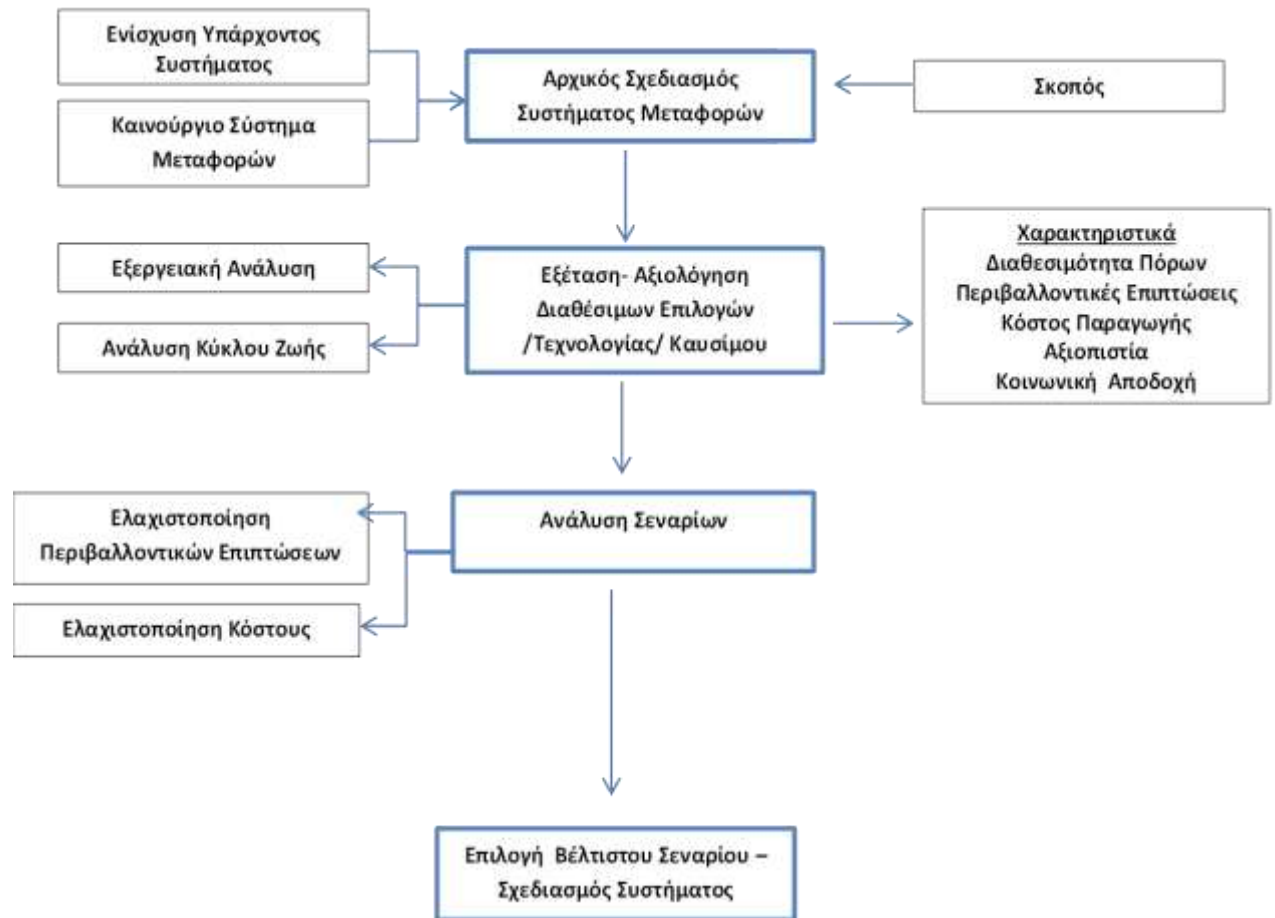
Ποσοστό χρήσης ΑΠΕ: Λόγω νομοθεσίας, πολιτικών και στρατηγικών τόσο εθνικών όσο και της ΕΕ, η χρήση ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών πρέπει να αυξηθεί σταδιακά στα επόμενα χρόνια, κυρίως για τη μείωση της εκπομπής ρύπων. Σημειώνεται πως τα ποσοστά χρήσης τεχνολογιών ΑΠΕ καθορίζονται κυρίως από νομοθεσίες τόσο σε εθνικό όσο και σε Κοινοτικό επίπεδο

Ζήτηση : Η ζήτηση εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται. Η ζήτηση είναι πολλές φορές δεδομένη. Η διαθεσιμότητα των ενεργειακών πόρων και η μεταφορική ζήτηση μπορούν να θεωρηθούν σταθερές (με την έννοια του ότι η ζήτηση είναι γνωστή ή μπορεί να προβλεφθεί με κάποιο μοντέλο για κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και άρα και η απαιτούμενη παραγωγή). Από την άλλη η συμμετοχή του κάθε ενεργειακού πόρου στην κάλυψη της ζήτησης αυτής δεν είναι απαραίτητο να είναι σταθερή.

Τέλος, η **κοινωνική αποδοχή** του σχεδιαζόμενου συστήματος μεταφορών αποτελεί ένα ακόμα παράγοντα που πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Το ζητούμενο είναι η ελαχιστοποίηση δύο βασικών πτυχών που σχετίζονται με τη διείδυση εναλλακτικών καυσίμων και καινοτόμων τεχνολογιών, του κόστους και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με την εκπομπή ρύπων. Οι δύο αυτές πτυχές

έχουν άμεση σχέση. Η παραγωγή κινητικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα συνεπάγεται χαμηλότερο κόστος παρόλα αυτά συνδέεται με αυξημένη παραγωγή ρύπων. Αντίθετα η παραγωγή από καθαρότερες τεχνολογίες, όπως π.χ. από βιοκαύσιμα (βιοντίζελ ή βιοαιθανόλη) συνεπάγεται πολύ χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά λόγω κυρίως εξαιτίας της τεχνολογικής πολυπλοκότητας καθιστούν το κόστος παραγωγής μεγαλύτερο, αν και αυτό αναμένεται να αλλάξει στο μέλλον.



Διάγραμμα 9.9.1. Απεικόνιση Σχεδιασμού Βελτιστοποίησης Συστήματος Μεταφορών

9. 10. Διείδυση Καινοτόμων Τεχνολογιών στην Ελλάδα

9.10.1. Οικονομικά και Περιβαλλοντικά Κριτήρια

Για τους σκοπούς της μελέτης διείδυσης καινοτόμων τεχνολογιών στο Ελληνικό Σύστημα Μεταφορών τα παρακάτω οικονομικά κριτήρια λαμβάνονται υπόψη : τιμή του οχήματος (συμπεριλαμβάνεται το κόστος αλλαγής μπαταριών στα υβριδικά και ηλεκτρικά

οχήματα), κόστος καυσίμου, το οποίο συνδέεται με τη διάρκεια ζωής του οχήματος και η αυτονομία του οχήματος, η οποία ορίζει τον αριθμό των απαιτούμενων ανεφοδιασμών με καύσιμα. Τρία χαρακτηριστικά οχήματα μεσαίου μεγέθους, με έτη κυκλοφορίας στην ελληνική αγορά την περίοδο 2003-2011 θεωρούνται τα οχήματα αναφοράς αντιπροσωπευτικά για κάθε κατηγορία: Toyota Yaris 1.5, 5D (συμβατικά οχήματα), Toyota Prius II, 1,8 5D (υβριδικά οχήματα) και Citroen C-Zero 5D (ηλεκτρικά οχήματα). Τα χαρακτηριστικά κάθε οχήματος βασίζονται στις δημοσιευμένες προδιαγραφές [CITROEN, MEPPW, 2011]. Η λειτουργική μονάδα αντιστοιχεί στη χρήση ενός εκ των παραπάνω οχημάτων στην Ελλάδα για περίοδο χρήσης 10 ετών και διανυθείσας απόστασης 250,000 km. Η κατανάλωση καυσίμων για τα παραπάνω οχήματα βασίζεται σε μικτό κύκλο οδήγησης (45% οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο και 55% οδήγηση στη πόλη).

Το θερμικό περιεχόμενο της βενζίνης υποτίθεται πως είναι στη κατώτερη θερμογόνο δύναμη του, η οποία προσδιορίζεται σε 32 MJ /l. Για τον υπολογισμό της αυτονομίας των συμβατικών και υβριδικών οχημάτων λαμβάνεται υπόψη μια δεξαμενή 40 l. Οι μέσες τιμές της βενζίνης και της ηλεκτρικής ενέργειας για την περίοδο 2005 - 2010 χρησιμοποιούνται για να υπολογιστούν οι τιμές των καυσίμων (Διάγραμμα. 9.10.1). Ο Πίνακας 9.10.1α συνοψίζει τις τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους



Διάγραμμα 9.10.1. Μέσες τιμές βενζίνης και ηλεκτρικής ενέργειας

Τύπος Οχήματος	Καύσιμο	Τιμή €	Κατανάλωση Καυσίμων (MJ/100 km)	Κόστος Ενέργειας (€/lt & €/kWh)	Τιμή Καυσίμου (€/100km)	Αυτονομία (km)	Κόστος Αλλαγής Μπαταρίας (€)
Συμβατικό	Βενζίνη	17,610	217.6	Bb 1.094	7.439	588	3*50
Υβριδικό	Βενζίνη	26,100	134.4	1.094	4.595	952	2*1.125
Ηλεκτρικό	Ηλεκτρισμός	35,960	72	0.085	1.054	129	1*10.854

Πίνακας 9.10.1.α. Τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των τριών τεχνολογιών οχημάτων [TOYOTA, 2011, Citroen 2011, MEPPW, 2011, ΔΕΗ 2011, GCEP, 2006, Gaines 2000, Petersen 2009, Nemry et al 2009]

Το ηλεκτρικό όχημα τροφοδοτείται από ένα σύστημα μπαταριών ιόντων λιθίου 330-volt που αποτελείται από 88 κελιά 50 –Ah (αποθηκευτική χωρητικότητα 16 kWh). Η κατανάλωση του ηλεκτρικού οχήματος είναι 0.242kWh/km. Η μπαταρία νικελίου NiMH του υβριδικού οχήματος αποθηκεύει 27.4 kWh ενέργειας. Η μάζα της μπαταρίας NiMeH είναι 53kg ενώ η μάζα της μπαταρίας ιόντων λιθίου είναι 239kg. Η παραγωγή 1 kg μπαταρίας NiMeH battery απαιτεί 1,96 MJ ηλεκτρικής ενέργειας και 8.35 MJ LPG(liquid petroleum gas) [Rantik, 1999]. Η παραγωγή 1 kg μπαταρίας ιόντων λιθίου απαιτεί 84,96 MJ ηλεκτρικής ενέργειας και 0,44 MJ LPG [Kudoh et al, 2007] .

Οι διεργασίες κατασκευής των οχημάτων θεωρούνται πως είναι ίδιες για όλα τα οχήματα. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με το στάδιο παραγωγής του οχήματος συνδέονται με την εξόρυξη και επεξεργασία του υλικού, την κατασκευή και τη χρήση στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Ο Πίνακας 9.10.1.β συνοψίζει τις αέριες εκπομπές ανά kilogram μάζας (curb mass) ενός τυπικού οχήματος για όλα τα παραπάνω στάδια.

Διεργασία	CO (kg)	NO _x (kg)	GHG (kg)
Εξόρυξη	0.0120	0.00506	1.930
Κατασκευή	0.000188	0.00240	1.228
Τελική Χρήση	1.77*10 ⁻⁶	3.58 *10 ⁻⁵	0.014
ΣΥΝΟΛΟ	0.0122	0.00750	3.172

Πίνακας 9.10.1.β. Αέριες εκπομπές ανά kg ενός τυπικού οχήματος [Dhingra et al, 1999]

Ο Πίνακας 9.10.1.γ. συγκεντρώνει τους συντελεστές στάθμισης των επιπτώσεων αερίων του θερμοκηπίου σχετικούς με τις εκπομπές CO₂ καθώς επίσης και τους συντελεστές στάθμισης των επιπτώσεων αερίων ρύπων σχετικούς με τις εκπομπές NO_x.

Αέρια Εκπομπή	Συντελεστής Στάθμισης
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
CO	0.017
NO _x	1
SO _x	1.3
VOC	0.64

Πίνακας 9.10.1.γ Συντελεστές στάθμισης επιπτώσεων σχετικών με εκπομπές CO₂ και NO_x [Houghton et al, 1995, Beer et al, 2001]

Οι αέριες εκπομπές (E_m), ανά μονάδα μάζας ενός συμβατικού οχήματος υπολογίζονται εφαρμόζοντας τους σταθμισμένους συντελεστές στη μάζα των αέριων εκπομπών σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$E_m = \sum_1^3 m_i w_i \quad (9.10.1.a)$$

όπου i αντιπροσωπεύει τον αέριο ρύπο, m_i τη μάζα του ρύπου και w_i τον σταθμισμένο συντελεστή του ρύπου i . Με βάση τα προηγούμενα, οι αέριες εκπομπές (AP) και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) υπολογίζονται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις:

$$\text{Συμβατικό Όχημα} \quad AP = m_c AP_c \quad (9.10.1.2a)$$

$$GHG = m_c GHG_c \quad (9.10.1.2b)$$

$$\text{Υβριδικό & Ηλεκτρικό Όχημα} \quad AP = (m_c - m_b) AP_c + m_b AP_b \quad (9.10.1.3a)$$

$$GHG = (m_c - m_b) GHG_c + m_b GHG_b \quad (9.10.1.3b)$$

όπου m_c , m_b είναι οι μάζες των οχημάτων και των μπαταριών, AP_c αντιπροσωπεύει τους αέριους ρύπους ανά kilogram οχήματος και AP_b αντιπροσωπεύει τους αέριους ρύπους ανά kilogram μπαταρίας, GHG_c , GHG_b είναι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά kilogram οχήματος και μπαταρίας αντίστοιχα.

9.10.2. Στατιστικά Δεδομένα

Η Ελληνική αγορά αυτοκινήτου κατά τη διάρκεια της περασμένης δεκαετίας και ιδιαίτερα την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων το 2004. Η οικονομική κρίση είχε σαν αποτέλεσμα την πτώση του αριθμού πωλήσεων νέων αυτοκινήτων από 280.295 το 2001 σε 141.500 το 2010, ποσοστό μείωσης που αγγίζει το 49% . Ο ετήσιος μέσος όρος αγοράς νέων ιδιωτικών οχημάτων κατά τη διάρκεια της περιόδου 2001-2010 ήταν 254.265 [SEEA, 2011]. Το ποσοστό οχημάτων στην Ελλάδα χωρίς καταλύτη αγγίζει το 21% και είναι το υψηλότερο στην ΕΕ. Ο στόλος των βαρέων οχημάτων στην Ελλάδα είναι ο πιο γερασμένος στην Ε.Ε των 15 με μέσο όρο περίπου τα 18 έτη. Στην Ελλάδα αποσύρεται μόλις το 1,5% του στόλου των επιβατικών οχημάτων το χρόνο, ενώ στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες ο αντίστοιχος μέσος όρος είναι 5-6% ετησίως. Η Ελλάδα είναι πρώτη στη χρήση αυτοκινήτου (7 μετακινήσεις την εβδομάδα έναντι 4 των Γάλλων, Ιταλών, Ισπανών) καθώς και στη χρήση αυτοκινήτου για μετακινήσεις μερικών εκατοντάδων μέτρων (9 την εβδομάδα έναντι 4 στις παραπάνω χώρες). Το 45% των 10 εκ. περίπου μετακινήσεων την ημέρα αφορούν τη διαδρομή σπίτι – δουλειά – σπίτι ενώ μόλις το 41% των μετακινήσεων γίνεται με Μέσα Μαζικών Μεταφορών.

Το 2007 η σύσταση του Ελληνικού στόλου ήταν: 71.3% ιδιωτικά οχήματα (συμπεριλαμβανομένων και των ταξί) από τα οποία 27.4% ήταν οχήματα είτε χωρίς καταλυτική τεχνολογία είτε με τεχνολογία καταλύτη πρώτης γενιάς και το 72.6% ήταν καταλυτικά οχήματα, 11.1% ελαφρά φορτηγά, 3.5% βαριά φορτηγά, 0.4% λεωφορεία και 13.7% μοτοσυκλέτες (>50cc) [sea, 2011]. Σημειώνεται ότι το μερίδιο χρήσης του ιδιωτικού αυτοκινήτου στην Ελλάδα κατά τη διάρκεια της περασμένης δεκαετίας αγγίζει το 80% .

Με βάση δημοσιευμένα δεδομένα, το 2008, οι πωλήσεις υβριδικών οχημάτων παγκοσμίως ήταν λιγότερες από 500.000. Παρά το γεγονός ότι σήμερα το μερίδιο αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων αντιπροσωπεύει ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού αριθμού επιβατικών οχημάτων, μέσα στις επόμενες δεκαετίες αναμένεται να παρουσιάσει ραγδαία αύξηση. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της JP Morgan υπολογίζεται ότι μέχρι το 2020, μπορεί να πουληθούν παγκοσμίως μέχρι 11 εκατομμύρια ηλεκτρικά οχήματα [37-38].

Με βάση τα παραπάνω στατιστικά δεδομένα τρία σενάρια διεξόδου υβριδικών και ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελληνική αγορά κατά τη διάρκεια της περιόδου 2012- 2013 διερευνώνται. Τα σενάρια βασίζονται στη παραδοχή ότι το μέγιστο μερίδιο αγοράς νέων οχημάτων επιτυγχάνεται το 2020. Η πρόβλεψη βασίζεται στα παραπάνω σενάρια, τα οποία αναφέρονται σε βασικές μεταβλητές που λαμβάνουν υπόψη την πολιτική, την ενεργειακή οικονομία, την κοινωνία και την κινητικότητα, καθώς και βιομηχανικά και τεχνολογικά ζητήματα. Η διεξόδου των ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων στην Ελληνική αγορά θα

εξαρτηθεί από το βαθμό στον οποίο τα καθήκοντα και οι απαιτήσεις της Ε.Ε. σχετικά με τη διείσδυση εναλλακτικών οχημάτων λαμβάνονται υπόψη και πληρούνται, καθώς και από το πόσο γρήγορα η τεχνολογία εξελίσσεται και με το πόσο γρήγορα το αγοραστικό κοινό αποδέχεται τα εναλλακτικά οχήματα. Στην Ελλάδα τα ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα απαλλάσσονται από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης και από τα τέλη κυκλοφορίας. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα εξαιρούνται από τον δακτύλιο. Παρ'όλα αυτά, χρειάζεται πολλή προσπάθεια, προκειμένου να αναπτυχθεί ένα σύστημα οδικών μεταφορών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

9.10.3. Περιγραφή Σεναρίων

Μέσα από τον συνδυασμό των πιθανών μελλοντικών καταστάσεων λαμβάνοντας υπόψη οικονομικές, τεχνολογικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους αποκλείονται σενάρια αλληλεπικαλυπτόμενα και λιγότερο πιθανά να προκύψουν, διαμορφώνονται τα παρακάτω σενάρια: **i. Συντηρητικό Σενάριο**, **ii. Ρεαλιστικό Σενάριο** **iii. Αισιόδοξο Σενάριο**.

Συντηρητικό Σενάριο

Βασικός στόχος του σεναρίου αυτού είναι να προεκτείνει την ενεργειακή εικόνα του Ελλαδικού χώρου στο χρονικό ορίζοντα του 2021 μέσω της συνέχισης της υφισταμένης πολιτικής και την αργή τεχνολογική εξέλιξη.

Στο σενάριο αυτό δεν καταγράφονται επείγουσες καταστάσεις οι οποίες υποβάλλονται από τις διεθνείς συγκυρίες ώστε να απαιτείται η λήψη έκτακτων μέτρων. Έτσι, σαν αποτέλεσμα, στο συντηρητικό σενάριο που αποτελεί και το πλέον προβλέψιμο, η χώρα καλείται να διαμορφώσει ένα αναπτυξιακό πρόγραμμα χωρίς την παρουσία παραμέτρων οι οποίοι χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής. Η απουσία τέτοιου είδους παραμέτρων διατηρεί ουσιαστικά σταθερό το σκηνικό του ενεργειακού τομέα της χώρας. Η έλλειψη διαχείρισης καταστάσεων κρίσεως καθώς και η διατήρηση της συνέχειας στις κρίσιμες παραμέτρους του παρόντος σεναρίου δεν επιβάλλουν την λήψη έκτακτων μέτρων για την εισαγωγή σε ευρεία κλίμακα καινοτόμων τεχνολογιών. Στο γεγονός αυτό συντείνουν επίσης η μέση οικονομική ανάπτυξη της χώρας, το επίπεδο ενεργειακής ζήτησης καθώς και η εφαρμογή πολιτικής προστασίας του περιβάλλοντος χωρίς την αναγκαιότητα λήψης επιπρόσθετων μέτρων. Σύμφωνα με τα παραπάνω στο συντηρητικό σενάριο δεν υπάρχει κάποια παγκόσμια δεσμευτική πολιτική για τη κλιματική αλλαγή, οι τιμές πετρελαίου σημειώνουν συγκρατημένη αύξηση, το κόστος των βιοκαυσίμων παραμένει υψηλό και τα οχήματα παραμένουν στη βάση της ιδιωτικής χρήσης.

Η κατάταξη της οικονομικής ανάπτυξης σε μέσα επίπεδα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του σεναρίου ενώ καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τις υπόλοιπες παραμέτρους όπως αυτόν της ευρείας ένταξης επαναστατικής τεχνολογίας. Μια χώρα με εύρωστη οικονομία μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την λήψη διαφόρων αποφάσεων όπως τα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος, το ενεργειακό μείγμα της χώρας καθώς και την κλίμακα ένταξης νέων τεχνολογιών.

Η ενεργειακή ζήτηση αναμένεται να κυμανθεί σε μέσα επίπεδα χωρίς ιδιαίτερες αυξομειώσεις. Το γεγονός αυτό δεν καθιστά καθοριστικής σημασίας την εισαγωγή σε ευρεία κλίμακα νέων μορφών ενέργειας οι οποίες θα μετέβαλαν δραματικά το ενεργειακό ισοζύγιο μέσω της αύξησης των εισαγωγών καυσίμων καθώς και της αλματώδους ανάπτυξης των ΑΠΕ.

Η προστασία του περιβάλλοντος και η εξοικονόμηση ενέργειας δεν αποτελούν από τις πλέον απαιτητικές παραμέτρους αυτού του σεναρίου. Η χώρα είναι υποχρεωμένη σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς στην λήψη μέτρων που συμβάλλουν στον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ώστε να εναρμονισθεί με τις αντίστοιχες οδηγίες οι οποίες προβλέπουν μείωση των εκπομπών σε προκαθορισμένα επίπεδα. Σύμφωνα με το παραπάνω σενάριο το μερίδιο αγοράς για τα νέα ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα κυμαίνεται από 2 μέχρι 12% για την χρονική περίοδο από 2013 μέχρι το 2025.

Ρεαλιστικό Σενάριο

Το ρεαλιστικό σενάριο βασίζεται στη παραδοχή πως μία συμφωνία ανάμεσα στις πιο σημαντικές βιομηχανοποιημένες και αναδυόμενες χώρες σχετικά με τα όρια εκπομπών CO₂ τίθεται σε εφαρμογή. Σχεδιάζονται πολιτικές, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη κίνητρα και κυρώσεις, οι επενδύσεις σε έργα ΑΠΕ αυξάνονται. Τα ορυκτά καύσιμα αντικαθίστανται σταδιακά από άλλες φιλικότερες προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας όπως οι ΑΠΕ και το φυσικό αέριο. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) προβλέπεται να συμμετέχουν με αυξανόμενο ποσοστό στο σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας με μέσο ετήσιο ρυθμό ο οποίος αναμένεται να είναι σημαντικά υψηλότερος από την ετήσια αύξηση των πρωτογενών αναγκών της χώρας. Η ποσοστιαία συμμετοχή τους στο ισοζύγιο πρωτογενούς ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μεγάλη διείσδυση της βιομάζας στο ενεργειακό σύστημα της χώρας. Επίσης αναμένεται ραγδαία επέκταση των εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας.

Η οικονομική ανάκαμψη στην Ελλάδα ξεκινά οδηγώντας στην υλοποίηση επενδυτικών έργων υποδομής (π.χ. σταθμοί και δίκτυο φόρτισης οχημάτων). Η χρήση αυτοκινήτων παραμένει στη βάση της ιδιωτικής χρήσης, ενώ η ηλεκτροκίνηση αναπτύσσεται και κερδίζει το ενδιαφέρον των αστικών περιοχών. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, το μερίδιο αγοράς για

τα νέα ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα κυμαίνεται από 5 έως 26% για την χρονική περίοδο από 2013 ως και 2025.

Αισιόδοξο Σενάριο

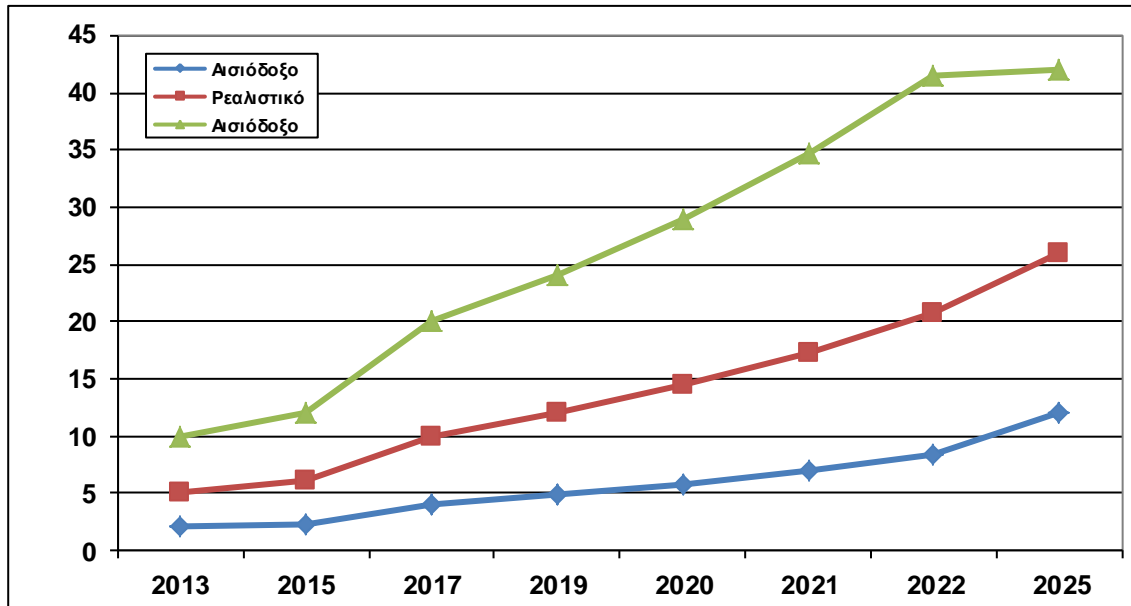
Κύριος οδηγός για το αισιόδοξο σενάριο είναι οι ενισχυμένες περιβαλλοντικές δράσεις και αφετέρου ο αυξημένος ρόλος της εξοικονόμησης ενέργειας, δρώντας με αυτόν τον τρόπο ανασταλτικά στην επέκταση των ορυκτών καυσίμων στο ενεργειακό μείγμα καθώς και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της μειωμένης ζήτησης σχετίζεται με τα μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας και όχι με την μείωση της προστιθέμενης αξίας κατά κλάδο ή την μείωση του βιοτικού επιπέδου των καταναλωτών. Ο υψηλός ρυθμός ανάπτυξης, καθώς και η μείωση της ενεργειακής έντασης (εξοικονόμηση ενέργειας) δρουν υποστηρικτικά στην σχεδιασμό δράσεων και λήψης μέτρων για την συρρίκνωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που απορρέουν από τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Η κατάσταση της οικονομίας παίζει σημαντικό ρόλο στην απόφαση χάραξης περιβαλλοντικής πολιτικής.

Ο στόχος της εξοικονόμησης ενέργειας επιτυγχάνεται με την αύξηση των εισαγωγών νέων πηγών ενέργειας με παράπλευρες επιπτώσεις στην ποσοστιαία μείωση της συμμετοχής στο ενεργειακό μείγμα άλλων πηγών ενέργειας. Η στροφή προς την χρήση καυσίμων με μειωμένες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον π.χ. ΑΠΕ, αμβλύνουν την ενεργειακή εξάρτηση της χώρας και ενισχύουν την ασφάλεια ανεφοδιασμού.

Βασική επιδίωξη αυτού του σεναρίου είναι η λήψη μέτρων και ο καθορισμός δράσεων για τον περιορισμό των επιπτώσεων από τους εκπεμπόμενους ρύπους και γενικότερα του περιορισμού των φαινομένων που συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή. Η προστασία του περιβάλλοντος μαζί με την εξοικονόμηση ενέργειας ανάγονται σε βασικοί στόχοι του στρατηγικού σχεδιασμού στο τομέα της ενέργειας. Σαν αποτέλεσμα, έχουμε την δημιουργία μικρότερης κλίμακας αποκεντρωμένων μονάδων παραγωγής ενέργειας ενώ επιφέρονται σημαντικές αλλαγές στο ενεργειακό ισοζύγιο. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, το μερίδιο αγοράς για τα νέα ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα κυμαίνεται από 10 έως 42 % για την χρονική περίοδο από 2013 ως και 2025. Ο Πίνακας 9.10.3 και το Διάγραμμα 9.10.3 συνοψίζουν τις προβλέψεις για το ρυθμό διείσδυσης υβριδικών και ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα κατά τη διάρκεια της περιόδου 2013-2025.

Σενάρια	2013	2015	2017	2019	2020	2021	2022	2025
Συντηρητικό	2.05	2.22	4.00	4.81	5.78	6.93	8.32	12.00
Ρεαλιστικό	5.01	6.06	10.01	12.01	14.41	17.30	20.76	26.00
Αισιόδοξο	10.01	12.00	20.06	24.07	28.88	34.66	41.59	42.00

Πίνακας 9.10.3. Εκτιμώμενα ποσοστά διείσδυσης υβριδικών και ηλεκτρικών οχημάτων (%)



Διάγραμμα 9.10.3. Σενάρια διεξόδου υβριδικών και ηλεκτρικών οχημάτων

9.10.3.1. Σενάρια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σε ότι αφορά την **παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας** τρία σενάρια, τα οποία σχετίζονται με την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα λαμβάνονται υπόψη:

(Α.) Σενάριο χαμηλών εκπομπών άνθρακα

Περιγράφει ένα ηλεκτρικό σύστημα όπου οι ΑΠΕ συμμετέχουν με αυξανόμενο ποσοστό στο σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας με μέσο ετήσιο ρυθμό, ο οποίος αναμένεται να είναι σημαντικά υψηλότερος από την ετήσια αύξηση των πρωτογενών αναγκών της χώρας. Υπάρχει σημαντική ανάπτυξη αιολικών και ηλιακών πάρκων καθώς και τεχνολογιών σύγχρονης καύσης βιομάζας (biomass co-firing) και αεριοποίησης βιομάζας (biomass gasification).

Το ποσοστό συμμετοχής των ορυκτών καυσίμων αναμένεται να υποβαθμισθεί υπέρ εκείνων των τεχνολογιών που εμφανίζουν φιλικότερη συμπεριφορά ως προς το περιβάλλον. Λόγω των συμβατικών υποχρεώσεων της χώρας έναντι των ευρωπαϊκών κανονισμών για την προστασία του περιβάλλοντος, η εκμετάλλευση του άνθρακα θα πρέπει να συνοδεύεται από την εισαγωγή τεχνολογίας καθαρού άνθρακα ώστε να αμβλύνονται οι συνέπειες από την κλιματική αλλαγή. Η ζήτηση των στερεών καυσίμων στην Ελλάδα εξαρτάται κυρίως από την χρήση τους για ηλεκτροπαραγωγή. Το παραπάνω σενάριο οδηγεί σε χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε όλη τη διάρκεια της ζωής του, οι οποίες φθάνουν περίπου στα 36 g CO₂-eq/kWh.

(B.) Σενάριο μέσων εκπομπών άνθρακα

Περιγράφει ένα ηλεκτρικό σύστημα μέσων εκπομπών όπου 50% της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από ΑΠΕ και 50% από ορυκτά καύσιμα (κυρίως λιγνίτη) με απόδοση 40%. Οι τεχνολογίες καθαρού άνθρακα, όπως αυτή της ρευστοποιημένης κλίνης υπό πίεση (PFBC) έχουν μια ισχυρή δυναμική σε αυτό το σενάριο. Βασικό της πλεονέκτημα είναι το ότι βασίζεται στον άνθρακα ο οποίος κατέχει μια ικανοποιητική θέση στο ενεργειακό μείγμα της χώρας ενώ παράλληλα αποτελεί ένα προϊόν εγχώριας παραγωγής. Σε ότι αφορά το φυσικό αέριο, το μεγαλύτερο μέρος αναμένεται να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής και σε εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας ενώ το υπόλοιπο θα καλύπτει ανάγκες τελικής χρήσης. Οι τεχνολογίες αιολικής ενέργειας και φωτοβολταϊκών διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στο Σενάριο Β. Το παραπάνω σενάριο οδηγεί σε χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε όλη τη διάρκεια της ζωής του, οι οποίες φθάνουν περίπου στα 428 g CO₂-eq/kWh.

(C.) Σενάριο υψηλών εκπομπών άνθρακα

Περιγράφει ένα ηλεκτρικό σύστημα υψηλών εκπομπών όπου το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από ορυκτά καύσιμα (κυρίως λιγνίτη) με απόδοση 40%. Η χρησιμοποίηση του άνθρακα καταλαμβάνει πολύ σημαντικό ποσοστό στο ενεργειακό ισοζύγιο με αποτέλεσμα το σενάριο να οδηγεί σε υψηλές εκπομπές άνθρακα, οι οποίες φθάνουν περίπου στα 820 g CO₂-eq/kWh.

9.10.4. Αποτελέσματα Ανάλυσης Σεναρίων

Λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με τα στάδια παραγωγής των υπό εξέταση οχημάτων υπολογίζονται και παρουσιάζονται στον **Πίνακα 9.10.4.α.**

Τύπος Οχημάτων	Μάζα (kg)	GHG (kg)	AP(kg)	GHG/100km (kg/100km)	AP/ 100km of (kg/100km)
Συμβατικό	1020	3235.4	7.86	1.294	0.00315
Υβριδικό	1311	4158.5	10.11	1,663	0.00404
Ηλεκτρικό	1120	4310,7	12,19	1,724	0.00488

Πίνακας 9.10.4.α. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα στάδια παραγωγής των οχημάτων

Ο Πίνακας 9.10.4.β. συνοψίζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν κατά το στάδιο χρήσης των οχημάτων και καθώς και το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, το οποίο περιλαμβάνει τα στάδια χρήσης των οχημάτων καθώς και τα στάδια παραγωγής των οχημάτων.

Τύπος οχήματος	ΣΤΑΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ		ΣΥΝΟΛΟ	
	GHG (kg/100km)	AP (kg/100km)	GHG (kg/ 100 km)	AP/100 km
Συμβατικό	16.3	0.0634	17.6	0.0665
Υβριδικό	10.4	0.0316	12.1	0.0356
Σενάριο A				
Ηλεκτρικό	0.46	0.00137	2.18	0.00625
Σενάριο B				
Ηλεκτρικό	5.32	0.01644	7.04	0.02132
Σενάριο C				
Ηλεκτρικό	10.17	0.03014	11.89	0.03502

Πίνακας 9.10.4.β. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά το στάδιο χρήσης και συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση και παραγωγή [Toyota, 2011, Koch, 2000].

Ακολουθεί η **κανονικοποίηση** των δεδομένων προκειμένου να απλοποιηθεί η οικονομική και περιβαλλοντική ανάλυση. Η τιμή 1 αντιπροσωπεύει τον κανονικοποιημένο δείκτη με τη βέλτιστη οικονομική και περιβαλλοντική απόδοση για τα οχήματα των διαφορετικών τεχνολογιών. Οι κανονικοποιημένοι δείκτες για τα οχήματα, τα κόστη των καυσίμων, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου καθώς και τους αέριους ρύπους υπολογίζονται ως εξής:

$$(NInd)_i = \frac{(1/Ind)_i}{(1/Ind)_{max}} \quad (9.10.4.a)$$

όπου $(1/Ind)_i$ αντιπροσωπεύει τις αντίστροφες τιμές των δεικτών, $(1/Ind)_{max}$ το μέγιστο των αντίστροφων τιμών των δεικτών, και $(NInd)_i$ είναι ο κανονικοποιημένος δείκτης κάθε οχήματος. Σε ότι αφορά την αυτονομία των οχημάτων:

$$(\text{NInd})_i = \frac{(\text{Ind})_i}{(\text{Ind})_{\max}} \quad (9.10.4.\beta)$$

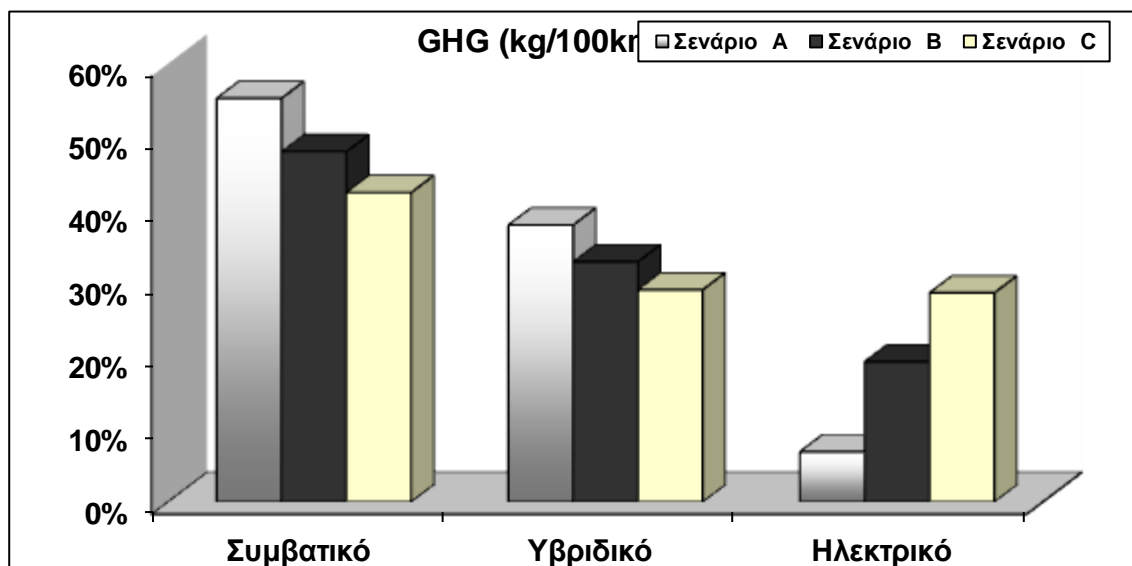
όπου $(\text{Ind})_i$ είναι ο δείκτης αυτονομίας για τους τρεις τύπους των οχημάτων, $(\text{Ind})_{\max}$ αντιπροσωπεύει τη μέγιστη τιμή του δείκτη αυτονομίας. Ο Πίνακας 9.10.4.γ. συνοψίζει τους κανονικοποιημένους οικονομικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες για κάθε ένα από τα οχήματα και για κάθε ένα από τα σενάρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο γενικός δείκτης αντιπροσωπεύει το σύνολο των υπολογισμένων κανονικοποιημένων δεικτών. Ο γενικός δείκτης συνδέεται με το όχημα το οποίο έχει όλα τα οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα.

Στο σενάριο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Σενάριο Α), 55.2% από το σύνολο των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και 61.4% του συνόλου των αερίων ρύπων (AP) προκύπτουν από το συμβατικό όχημα, 6.85% και 5.76% των συνολικών αερίων εκπομπών προέρχονται από το ηλεκτρικό όχημα. Στη περίπτωση του σεναρίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω εκπομπών άνθρακα (Σενάριο Β), σχεδόν το 30% τόσο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όσο και των αερίων εκπομπών προέρχονται από το υβριδικό όχημα, ενώ περίπου το 18% προέρχεται από το ηλεκτρικό. Τέλος στο σενάριο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υψηλών εκπομπών άνθρακα (Σενάριο C) ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη φόρτιση των μπαταριών προέρχεται από λιγνιτικά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, με αποτέλεσμα υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και αερίων ρύπων για το ηλεκτρικό όχημα.

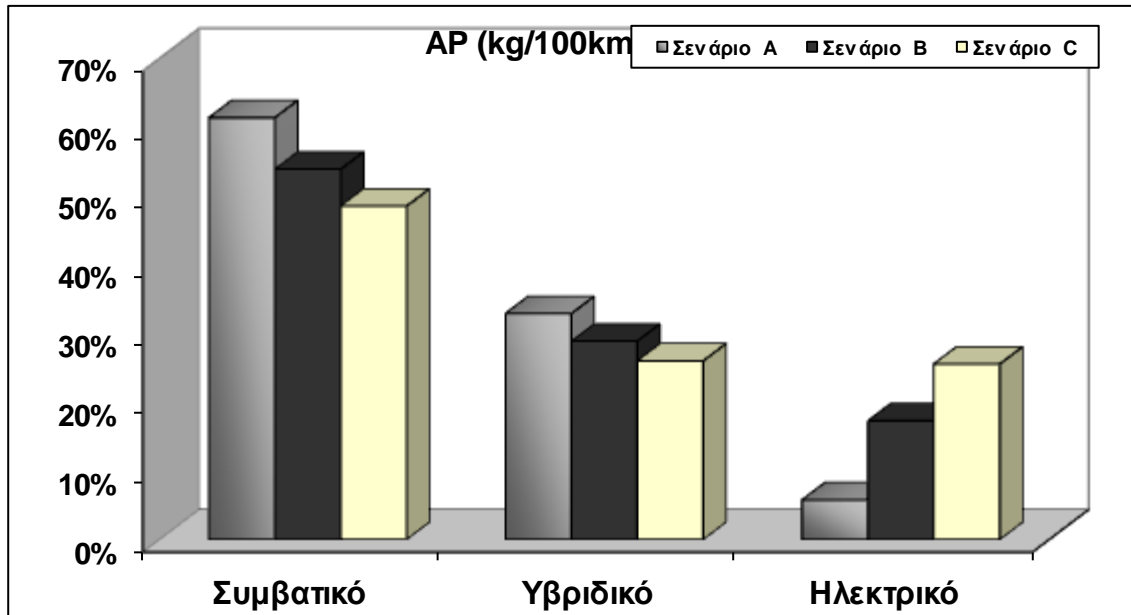
Γίνεται αντιληπτό πως η χρήση του ηλεκτρικού οχήματος προκαλεί χαμηλότερες εκπομπές σε σχέση με το υβριδικό και το συμβατικό όχημα σε όλα τα σενάρια (Διάγραμματα 9.10.4.α – 9.10.4.β).

	Κανονικοποιημένος Δείκτης					Γενικός Δείκτης	Κανονικοποιημένος Γενικός Δείκτης
	Κόστος Οχήματος	Αυτονομία	Κόστος Καυσίμου	GHG	AP		
Σενάριο A							
Συμβατικό	1	0.618	0.142	0.124	0.094	0.001	0.0199
Υβριδικό	0.626	1	0.229	0.181	0.175	0.005	0.0888
Ηλεκτρικό	0.379	0.135	1	1	1	0.051	1
Σενάριο B							
Συμβατικό	1	0.618	0.142	0.400	0.320	0.0112	0.2186
Υβριδικό	0.626	1	0.229	0.583	0.598	0.0501	0.9775
Ηλεκτρικό	0.379	0.135	1	1	1	0.0513	1
Σενάριο C							
Συμβατικό	1	0.618	0.142	0.676	0.526	0.0311	0.2237
Υβριδικό	0.626	1	0.229	0.985	0.983	0.1391	1
Ηλεκτρικό	0.379	0.135	1	1	1	0.0513	0.3686

Πίνακας 9.10.4.γ. Κανονικοποιημένοι οικονομικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες για κάθε σενάριο και κάθε τύπο οχήματος

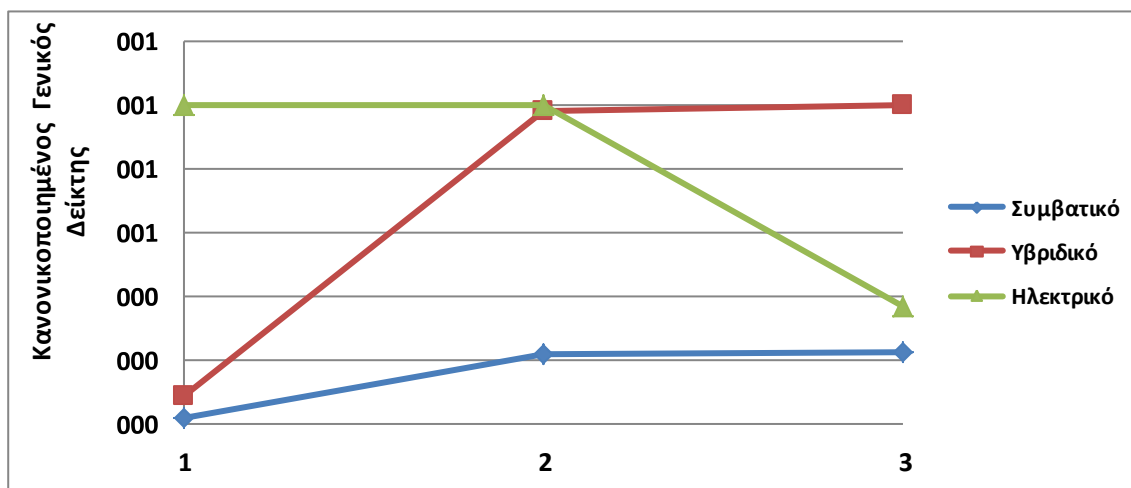


Διάγραμμα 9.10.4.α. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για κάθε σενάριο και όχημα



Διάγραμμα 9.10.4.β. Εκπομπές αερίων ρύπων για κάθε σενάριο και όχημα

Παρόλα αυτά και όπως δείχνει το **Διάγραμμα 9.10.4.γ.** τα υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα είναι ανταγωνιστικά μόνο στην περίπτωση κατά την οποία οι ΑΠΕ συμμετέχουν στο ενεργειακό μίγμα σε ποσοστό 50%. Στην περίπτωση κατά την οποία τα ορυκτά καύσιμα συμμετέχουν στο ενεργειακό μίγμα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό πάνω από 50% το υβριδικό όχημα παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα δύο οχήματα (Σενάριο C). Γίνεται αντιληπτό πως η μεγάλης κλίμακας μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εξαρτάται από τις ενεργειακές πηγές του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής κάθε χώρας. Επιπρόσθετα σύμφωνα με τα δεδομένα του **Πίνακα 9.10.4.γ** (Σενάριο C) φαίνεται πως το ηλεκτρικό όχημα είναι κατώτερο σε σχέση με το υβριδικό σε ότι αφορά το κόστος του οχήματος, την αυτονομία και την ατμοσφαιρική ρύπανση.



Διάγραμμα 9.10.4.γ. Κανονικοποιημένος γενικός δείκτης ανά όχημα

9.11 Διείσδυση Εναλλακτικών Καυσίμων στην Αθήνα

9.11.1. Στατιστικά Δεδομένα

Η μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας είναι η πιο πυκνοκατοικημένη στην Ελλάδα, με περίπου 4 εκατομμύρια κατοίκους. Το οδικό δίκτυο της πόλης της Αθήνας έχει συνολικό μήκος 8,000 km. Το κέντρο της πόλης είναι η περιοχή, η οποία βρίσκεται γύρω από τον εσωτερικό δακτύλιο (μια περιοχή περίπου 9.2 km²).

Το 44% των αυτοκινήτων στην Αθήνα δεν διαθέτουν κάρτα καυσαερίων. Ο χρόνος για την εύρεση μιας θέσης στάθμευσης ποικίλει από 3,5-14 λεπτά με αντίστοιχη επιπλέον κατανάλωση καυσίμων, φθορές στα αυτοκίνητα και χάσιμο χρόνου. Στην Αττική το μήκος των λεωφορειολωρίδων φτάνει τα 50 km όταν στο Λονδίνο φτάνουν τα 500 km και στο Παρίσι τα 450 km. Τη τελευταία δεκαετία τα ΜΜΜ πραγματοποιούν 150 εκ. οχηματοχιλιόμετρα ετησίως ενώ η κυκλοφοριακή συμφόρηση προκαλεί μείωση κατά 30 εκ. οχηματοχιλιόμετρα ετησίως. Το 45% του πληθυσμού της Αθήνας είναι εκτεθειμένο σε θορύβους πάνω από το ανεκτό επίπεδο των 65 db. Τέλος σημειώνεται πως στην Αθήνα αναλογούν 2-2.5m² πράσινου όταν στο Άμστερνταμ, τη Βόννη το Παρίσι και άλλες μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις τα αντίστοιχα νούμερα κυμαίνονται από 15-35 m²/κάτοικο. Η Ε.Ε. έχει θέσει ως ενδεικτικό όριο τα 10 m²/κάτοικο ώστε μια πόλη να θεωρείται βιώσιμη.

Στην Αθήνα κυκλοφορούν 2.753.325 οχήματα, από τα οποία τα επιβατικά ανέρχονται σε 2.422.760 ενώ 300.000 είναι ο αριθμός όλων των φορτηγών, 14.861 ο αριθμός των λεωφορείων και 13.642 ο αριθμός των ταξί (Πίνακας 9.11.α). Η κατάταξη των οχημάτων σύμφωνα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν παρουσιάζεται στον Πίνακα 9.11.β.

ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ			Γενικό άθροισμα
	ΙΧ	ΔΧ	ΑΓΟΡΑΙΟ	
ΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ	34	2704	1	2739
ΦΟΡΤΗΖΟΜΕΝΟ ΡΥΜΟΥΛΚΟ	209	193		402
ΕΠΙΚΑΘΗΜΕΝΟ	39	9084	1	9124
ΕΛΚΟΝ ΟΧΗΜΑ ΓΙΑ ΤΡΕΝΑΚΙ	1	1		2
ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ	2422760			2422760
ΤΡΙΚΥΚΛΟ ΦΟΡΤΗΓΟ	1004	2915		3919
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	6541	8319	1	14861
ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ ΜΙΚΤΟ	387	1		388
ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΕΔΧ - ΤΑΞΙ)	1	13635	6	13642
ΕΛΚΥΣΤΗΡ + ΕΠΙΚΑΘΗΜΕΝΟ	2972	921	1	3894
ΡΥΜΟΥΛΚΟΥΜΕΝΟ	4	457		461
ΡΥΜΟΥΛΚΟ + ΡΥΜΟΥΛΚΟΥΜΕΝΟ (ΣΥΡΜΟΣ)	1482	544		2026
ΤΡΙΚΥΚΛΟ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ	11651	4		11655

ΦΟΡΤΗΓΟ	260529	6615	3	267147
ΑΥΤΟΚ/ΝΟΣ ΟΙΚΙΣΚΟΣ	305			305
Γενικό άθροισμα	2707919	45393	13	2753325

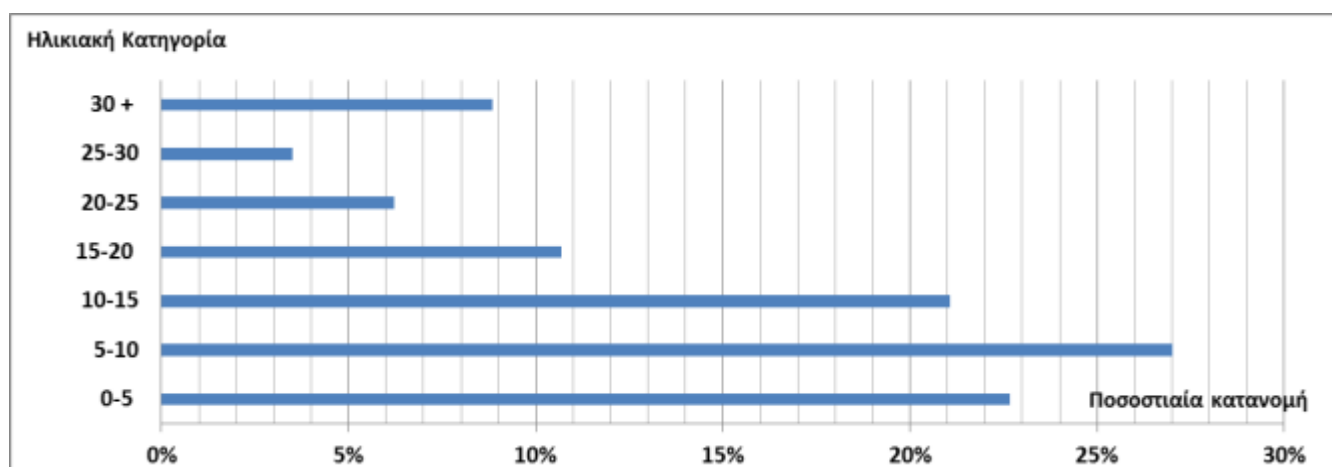
Πίνακας 9.11.α. Οχήματα στην Αθήνα ανά τύπο και χρήση [YME, 2/2012]

Το μεγαλύτερο ποσοστό οχημάτων κινείται με βενζίνη. Σημαντική είναι η κατηγορία των οχημάτων που κινούνται με πετρέλαιο (περιλαμβάνει κυρίως φορτηγά). Περίπου 18.500 οχήματα έχουν δηλωθεί ως έχοντα δυνατότητα υγραεριοκίνησης και περίπου 7.200 υβριδικά ή ηλεκτροκίνητα. Καταγράφονται 428 οχήματα κινούμενα με φυσικό αέριο (λεωφορεία ΕΘΕΛ και απορριμματοφόρα). Ο μέσος όρος ηλικίας των επιβατικών οχημάτων στην Αθήνα για την περίοδο 1945 – 2012, υπολογίζεται σε 13,4 χρόνια. Από το **Διάγραμμα 9.11** γίνεται αντιληπτό πως περίπου το 9% (8,83%) των οχημάτων έχουν ηλικία μεγαλύτερη από 30 χρόνια ενώ το ποσοστό οχημάτων 5ετίας ανέρχεται στο 22,66%. Η κατάταξη των επιβατικών οχημάτων σύμφωνα με τα πρότυπα EURO για την περίοδο μετά το 2005 συνοψίζονται στον

Πίνακα 9.11.γ.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ
BENZINΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗ	2.025.061
BENZINΗ (LRP)	559.283
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	112.634
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟ	19.777
ΑΜΟΛ.ΚΑΤ/ ΥΓΡΑΕΡΙΟ	17.465
BENZ/ΥΓΡΑΕΡΙΟ	783
ΥΓΡΑΕΡΙΟ	252
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	428
ΑΜΟΛ. ΚΑΤ/ ΥΒΡΙΔΙΚΟ	7.151
ΑΜΟΛ. ΚΑΤ/ ΦΥΣ. Α.	9
ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟ	80
Γενικό άθροισμα	2.753.325

Πίνακας 9.11.β. Οχήματα στην Αθήνα ανά τύπο καυσίμου [YME, 2/2012]



Διάγραμμα 9.11. Ποσοστιαία κατανομή επιβατικών αυτοκινήτων ανά ηλικιακή κατηγορία

ΠΡΟΤΥΠΟ EURO	ΟΧΗΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
EURO 3	75270	9,20
EURO 4	636526	77,80
EURO 5	102270	12,50
ΑΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΤΟ	4091	0,50
ΣΥΝΟΛΟ	818.157	100

Πίνακας 9.11.γ. Επιβατικά ανά πρότυπο εκπομπής μετά το 2005 [ΥΜΕ, 2/2012]

9.11.2. Διαμόρφωση σεναρίων

Η εισαγωγή εναλλακτικών καυσίμων σε ποσοστό 20% στο μίγμα καυσίμων για την πόλη της Αθήνας σημαίνει πως τα επιβατικά οχήματα θα πραγματοποιούν περίπου 4,8 δις km (από τα 24,2 δις km -μέσος όρος 10.000 km ετησίως) με αυτά. Το παραπάνω θα σήμαινε την αντικατάσταση ενός μεγάλου ποσοστού βενζινοκίνητων οχημάτων με οχήματα εναλλακτικών τεχνολογιών (alternative fuel technology vehicles). Το 20% του στόλου επιβατικών της Αθήνας αντιστοιχεί σε περίπου 480.000 αυτοκίνητα.

Στη διαμόρφωση των σεναρίων η τεχνολογία υδρογόνου δεν λαμβάνεται υπόψη. Οι συνδυασμοί διείσδυσης εναλλακτικών καυσίμων γίνονται για τις κατηγορίες των βιοκαυσίμων, του φυσικού αερίου και του ηλεκτρισμού. Το βιοντίζελ χρησιμοποιείται σε ποσοστό 5,75% επί του diesel κίνησης και θα μπορούσε να κυμανθεί 5-10% επί του συνόλου των καυσίμων μεταφοράς. Το φυσικό αέριο και ο ηλεκτρισμός παρά την ανάγκη δημιουργίας υποδομών θα μπορούσαν ομοίως να κινηθούν σε ποσοστά γύρω στο 10%.

Σημειώνεται πως απαραίτητη προϋπόθεση για την διείσδυση των εναλλακτικών καυσίμων στο Σύστημα Μεταφορών τα Αθήνας αποτελεί η συμπλήρωση του θεσμικού πλαισίου, οι επενδύσεις για την δημιουργία υποδομών και η παροχή κινήτρων, τα οποία θα καταστήσουν την επιλογή των εναλλακτικών καυσίμων ελκυστική (για παράδειγμα: έκπτωση στην καταβολή τελών κυκλοφορίας ή η απαλλαγή, ελεύθερη κυκλοφορία στον «πράσινο» δακτύλιο, έκπτωση στην καταβολή ειδικού τέλους ταξινόμησης ή απαλλαγή, έκπτωση ή απαλλαγή από την υποχρέωση καταβολής φόρου πολυτελείας ανεξάρτητα από την τιμολογιακή αξία τους, επιδότηση της αγοράς τους σε ποσοστό και με ανώτατο όριο).

Με βάση τα παραπάνω γίνεται σχεδίαση τεσσάρων (4) σεναρίων που αφορούν το πιθανό ενεργειακό μίγμα καυσίμων στην Αθήνα για τα επόμενα χρόνια. Το σενάριο αναφοράς απεικονίζει την υφιστάμενη κατάσταση στην Αθήνα και αναφέρεται ως «μηδενικό» σενάριο. Τα ποσοστά συμμετοχής των καυσίμων σε κάθε σενάριο συνοψίζονται στον **Πίνακα 9.11.2.α**.

Καύσιμο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΙΓΜΑ (%)	Σενάριο Αναφοράς (%)	Σενάριο 1 (%)	Σενάριο 2 (%)	Σενάριο 3 (%)	Σενάριο 4 (%)
Βενζίνη	100	70	60	55	50
Ντίζελ	0	30	30	30	20
Φυσικό Αέριο	0	0	10	10	10
Βιοντίζελ	0	0	0	5	10
Ηλεκτρισμός	0	0	0	0	10
Σύνολο	100	100	100	100	100

Πίνακας 9.11.2.α Ενεργειακά μίγματα ανά σενάριο

Βασικές Παραδοχές Υπολογιστικού Μοντέλου

Η εκτίμηση των αέριων εκπομπών για κάθε ένα από τα υπό διαμόρφωση σενάρια αποτελεί μία σύνθετη διαδικασία, η οποία εξαρτάται από ένα πλήθος μεταβλητών όπως ο τύπος, το μέγεθος, το φορτίο και η λειτουργία του οχήματος, η τεχνολογία και η ηλικία του κινητήρα, το είδος και η ποιότητα του καυσίμου, τα διανυόμενα χιλιόμετρα καθώς και οι συνθήκες οδήγησης (ταχύτητα, κύκλος οδήγησης, κλίση εδάφους, θερμοκρασία περιβάλλοντος, ποιότητα δρόμου κλπ.). Καθώς οι τιμές που δίνουν οι κατασκευαστές για τις εκπομπές ρύπων δεν είναι επαρκείς, έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένα λογισμικά, τα οποία αντλώντας στοιχεία από βάσεις δεδομένων επιχειρούν να προσεγγίσουν το αποτέλεσμα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το COPERT, το TREMOD, το LIPASTO κ.α. Το σύστημα υπολογισμού εκπομπών LIPASTO αναπτύχθηκε στην Φινλανδία, χρησιμοποιεί στοιχεία από κατασκευαστές οχημάτων, από βάσεις δεδομένων που παρακολουθούν αντίστοιχα στοιχεία και από μετρήσεις [Lipasto, 2011].

Η εκτίμηση των αερίων ρύπων στα υπό μελέτη σενάρια γίνεται θεωρώντας σταθερές τιμές εκπομπών για τον κινητήρα και τα διανυθέντα χιλιόμετρα. Αναλυτικότερα ο **επιβατικός στόλος** του νομού Αττικής ανέρχεται σε 2.422.639 επιβατικά οχήματα. Τα **χιλιόμετρα**

κίνησης εκτιμώνται ανά έτος σε σχέση με την ηλικία των αυτοκινήτων η οποία θα δίνει σταθμισμένο μέσο αριθμό χιλιομέτρων τα **10.000 km/έτος-όχημα**. Η εκτίμηση για 10.000 km/έτος-όχημα ως μέση τιμή είναι συνήθης εκτίμηση σε τέτοιου είδους υπολογισμούς και υποστηρίζεται από το δεδομένο του μεγάλου αριθμού παλαιών και ακινητοποιημένων οχημάτων που υπάρχουν.

Σε ότι αφορά την **τεχνολογία οχημάτων** τα οχήματα κατανέμονται σε ομάδες τεχνολογίας (technology groups) ανάλογα με την χρονολογία κυκλοφορίας τους. Οι ομάδες αυτές θα αντιστοιχηθούν στα μοντέλα εκπομπών. Στην περίπτωση της πλήρους βενζινοκίνησης μοντέλο εκπομπής αποτελούν τα πρότυπα εκπομπών Euro 1 έως 5, ενώ ορίζονται δύο επιπλέον εικονικά πρότυπα **Pre-Euro1** και **Pre-Euro2**. Τα πρόσθετα αυτά πρότυπα καλύπτουν [Hwang, 1997]:

- Το Pre-Euro1, την περίοδο έως το 1972 που συχνά ονομάζεται PRE-ECE (ECE Regulations ήταν οι πρώτοι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί για τον έλεγχο των ρύπων).
- Το Pre-Euro2, την περίοδο 1973-1990 των ECE Regulations (Directive 70/220/EEC: ECE Regulation 15.00, Directive 74/290/EEC: ECE Regulation 15.01, Directive 77/102/EEC: ECE Regulation 15.02, Directive 78/665/EEC: ECE Regulation 15.03, Directive 83/351/EEC: ECE Regulation 15.04).

Αναλυτικότερα τα οχήματα με έτος κυκλοφορίας μετά το 2005 κατανεμήθηκαν στα πρότυπα που έχουν δηλωθεί (Euro 3,4,5) και ένας μικρός αριθμός οχημάτων όπου το πρότυπο είναι αδιευκρίνιστο (περίπου 0,5%) στο προηγούμενο πρότυπο Euro 2. Τα οχήματα με έτος κυκλοφορίας πριν το 2005 για τα οποία δεν υπάρχουν στοιχεία κατανέμονται στο εφαρμοζόμενο πρότυπο την συγκεκριμένη χρονολογία κατά 80% και κατά 20% στο προηγούμενο δεδομένου ότι στο μητρώο εγγράφονται και μεταχειρισμένα αυτοκίνητα τα οποία είναι πιθανότερο να ακολουθούν το προηγούμενο πρότυπο. Ο **Πίνακας 9.11.2.β.** συνοψίζει την κατανομή στις τεχνολογικές ομάδες για κάθε όχημα ανά έτος κυκλοφορίας.

ΕΤΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΚΠΟΜΠΩΝ						
	PRE –EURO 1	PRE –EURO 2	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
1945-1972	100%						
1973-1990	20%	80%					
1991-1996		20%	80%				
1997-2000			20%	80%			
2001-2004				20%	80%		
2005-2012				0,50%	9,20%	77,80%	12,50%

Πίνακας 9.11.2.β. Κατανομή οχημάτων ανά τεχνολογικές ομάδες

Κάθε τεχνολογική ομάδα αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα **πρότυπα εκπομπών**. Οι τιμές των αέριων ρύπων CO, NO_x, HC και PM και το CO₂ εκφράζονται σε g/km. Στο πρότυπο εκπομπών βενζίνης διακρίνονται 7 πρότυπα (Euro 1 έως Euro5 και Pre-Euro1,Pre-Euro2) ενώ

σε καθένα από τα υπόλοιπα μοντέλα αντιστοιχεί ένα πρότυπο. Το κάθε μοντέλο με τα αντίστοιχα του πρότυπα είναι μια ή περισσότερες σειρές τιμών αερίων ρύπων (g/km). Για την βενζίνη αυτές είναι οι μέγιστες τιμές των προτύπων Euro 1, 2, 3, 4, 5. Στις περιπτώσεις όπου το πρότυπο δεν προβλέπει τιμή έχουν χρησιμοποιηθεί τιμές εκπομπών όπως χρησιμοποιούνται στο σύστημα υπολογισμού LIPASTO [Lipasto, 2011]. Ομοίως για την τεχνολογική ομάδα Pre-Euro2 χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από το LIPASTO ενώ για την τεχνολογική ομάδα Pre-Euro1,η οποία αναφέρεται σε πολύ παλιά αυτοκίνητα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την βιβλιογραφία [Hwang, 1997]. Σημειώνεται ότι τα αυτοκίνητα που εντάσσονται στο Pre-Euro1 στους υπολογισμούς συμμετέχουν πολύ λίγο λόγω των λίγων χιλιομέτρων που εκτιμάται ότι διανύουν (περίπου 0,09%) ενώ αντίστοιχα όσα εντάσσονται στο Pre-Euro2 συμμετέχουν κατά μόλις 4%. Οι τιμές των εκπομπών CO₂ (g/km) για το διάστημα 2001-2010 προκύπτουν από την βιβλιογραφία και είναι σύμφωνες με τις μέσες τιμές των εκπομπών CO₂ στα νέα αυτοκίνητα στην Ελλάδα [EEA, 2010]. Για το διάστημα πριν από αυτή την περίοδο οι τιμές των εκπομπών CO₂ υπολογίσθηκαν θεωρώντας γραμμική μεταβολή με ρυθμό 1,2% ετησίως.

Ο υπολογισμός των συνολικών εκπομπών αερίων γίνεται με κατανομή των χιλιομέτρων στις ομάδες των αυτοκινήτων ανά έτος κυκλοφορίας (τεχνολογικές ομάδες) και κατόπιν στα πρότυπα εκπομπών που αντιστοιχούν σε κάθε τεχνολογική ομάδα. Οι εκπομπές αερίων ρύπων υπολογίζονται σύμφωνα με:

$$\sum_i^n (\text{Εκπομπές ρύπου σε g/km})_i * (\text{Διανυόμενα km})_i \quad (9.11.2)$$

όπου i αντιστοιχεί στο i πρότυπο εκπομπών και n αντιστοιχεί στο σύνολο των πρότυπων εκπομπών.

9.11.3. Περιγραφή Σεναρίων

Σενάριο αναφοράς (Σενάριο-0)

Γενική περιγραφή

Το σενάριο αναφοράς χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί πού θα οδηγηθούν οι εξελίξεις με την λογική «business as usual», αλλά και για να αποτελέσει ένα μέτρο σύγκρισης με τα άλλα σενάρια. Το σενάριο αναφοράς αντιπροσωπεύει τη σημερινή κατάσταση δηλαδή την πλήρη βενζινοκίνηση (Πίνακας 9.11.2.α). Η βενζίνη καλύπτει το 100% της

κατανάλωσης ενώ η συμμετοχή των υπολοίπων καυσίμων είναι μηδενική. Βασικός στόχος του σεναρίου αυτού είναι να προεκτείνει την ενεργειακή εικόνα του ελλαδικού χώρου στο χρονικό ορίζοντα του 2021 μέσω της συνέχισης της υφισταμένης πολιτικής και την αργή τεχνολογική εξέλιξη.

Στο σενάριο αυτό δεν καταγράφονται επείγουσες καταστάσεις οι οποίες υποβάλλονται από τις διεθνείς συγκυρίες ώστε να απαιτείται η λήψη έκτακτων μέτρων. Έτσι, σαν αποτέλεσμα, στο Σενάριο 0 που αποτελεί και το πλέον προβλέψιμο σενάριο, η χώρα καλείται να διαμορφώσει ένα αναπτυξιακό πρόγραμμα χωρίς την παρουσία παραμέτρων οι οποίοι χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής. Η απουσία τέτοιου είδους παραμέτρων διατηρεί ουσιαστικά σταθερό το σκηνικό του ενεργειακού τομέα της χώρας. Υπολογίζονται οι ετήσιες εκπομπές αέριων ρύπων και CO₂. Στα σενάρια υποτίθεται ότι ορισμένες τεχνολογικές ομάδες, ξεκινώντας από τις παλαιότερες, μετακινούνται σε άλλο μοντέλο εκπομπών (diesel, ΦΑ, βιοκαυσίμων κλπ) καθώς η διεύθυνση του εναλλακτικού καυσίμου, σύμφωνα με το ποσοστό που προβλέπει το σενάριο, πραγματοποιείται.

Ζήτηση

Η ενεργειακή κατανάλωση στο σενάριο αναφοράς, μετά το έτος βάσης και μέχρι το 2030 καθορίζεται από την ελαστικότητα ενεργειακής κατανάλωσης (ϵ_2) ως προς το *ΑΕΠ αναφοράς*. Η ενεργειακή κατανάλωση αντιστοιχίζεται σε χαμηλές ελαστικότητες, με αποτέλεσμα η ζήτηση στο σενάριο αναφοράς να είναι σχετικά χαμηλή

Πρότυπα Εκπομπών

Το πρότυπο εκπομπών βενζίνης παρουσιάζεται στον **Πίνακα 9.11.3.α**.

BENZINH							
g/km	Pre-Euro1	Pre-Euro2	Euro1	Euro2	Euro3	Euro4	Euro5
CO	50	15	2,72	2,2	2,3	1	1
NOx	2,5	1,2	0,45	0,25	0,15	0,08	0,06
HC	12	1,9	0,25	0,1	0,2	0,1	0,1
PM	0,04	0,04	0,0055	0,004	0,0037	0,002	0,005

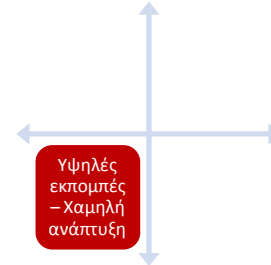
Πίνακας 9.11.3.α. Πρότυπα εκπομπών βενζίνης [Hwang 1997, EEA 2010]

Σενάριο-1

Υψηλές εκπομπές - χαμηλή ανάπτυξη: Παραδοσιακές μορφές ενέργειας

Γενική περιγραφή

Το Σενάριο- 1 αντιστοιχεί σε χαμηλή οικονομική ανάπτυξη και αργή τεχνολογική ανάπτυξη. Ως αποτέλεσμα, οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι περιορισμένες. Ο ρόλος του λιγνίτη παραμένει σημαντικός. Στο ηλεκτρικό σύστημα εμφανίζονται και οι μονάδες άνθρακα, των οποίων η τεχνολογία είναι γνωστή. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι περιορισμένη σε σχέση με τα υπόλοιπα σενάρια, καθώς το επενδυτικό ρίσκο στον τομέα των ΑΠΕ είναι μεγαλύτερο. Η εθνική ενεργειακή πολιτική ακολουθεί διαφορετική πορεία από την ευρωπαϊκή.



Ζήτηση

Το σενάριο αυτό έχει χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση λόγω της περιορισμένης οικονομικής ανάπτυξης. Η μελλοντική ζήτηση συνδέεται με υψηλή ενεργειακή ελαστικότητα λόγω της αργής τεχνολογικής εξέλιξης. Ομοίως με το προηγούμενο σενάριο, δεν προωθούνται τα ηλεκτρικά οχήματα στην αγορά και η συμμετοχή των βιοκαυσίμων στα υγρά καύσιμα είναι μηδενική. Το 30 % των οχηματοχιλιομέτρων συγκριτικά με το Σενάριο αναφοράς πραγματοποιείται με χρήση diesel, ενώ το 70% με χρήση βενζίνης. Τα οχήματα που κινούνται με diesel ακολουθούν το πρότυπο εκπομπών Euro 5 και αντικαθιστούν τα παλαιότερα οχήματα μέχρι συμπλήρωσης του 30% των οχηματοχιλιομέτρων.

Πρότυπα Εκπομπών

Για τον υπολογισμό των ρύπων χρησιμοποιείται το πρότυπο εκπομπών βενζίνης (**Πίνακας 9.11.3.α**) και το πρότυπο εκπομπών diesel (**Πίνακας 9.11.3.β**).

	Diesel
gr/km	Euro 5
CO	50
NOx	2,5
HC	12
PM	0,04
CO ₂	138

Πίνακας 9.11.3.β. Πρότυπα εκπομπών diesel

Σενάριο-2

Υψηλές εκπομπές – υψηλή ανάπτυξη: Παραδοσιακές μορφές ενέργειας, Φ.Α & ΑΠΕ

Γενική περιγραφή

Το Σενάριο-2 αντιστοιχεί σε υψηλό ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης και αργή τεχνολογική ανάπτυξη. Οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι περιορισμένες και ως αποτέλεσμα υπάρχει ανάπτυξη των παραδοσιακών τεχνολογιών ΑΠΕ (υδροηλεκτρικά), κυρίως σε τοπικό επίπεδο. Εισάγονται στο σύστημα μονάδες άνθρακα για την ικανοποίηση της πολύ υψηλής ζήτησης. Η υψηλή ενεργειακή ζήτηση σε συνδυασμό με την αργή τεχνολογική ανάπτυξη οδηγούν σε υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Το φυσικό αέριο κυριαρχεί στο ενεργειακό μείγμα και ο λιγνίτης παραμένει σημαντικό καύσιμο στην ηλεκτροπαραγωγή.



Ζήτηση

Η κατανάλωση ενέργειας στο Σενάριο-2 είναι υψηλή λόγω του υψηλού ρυθμού ανάπτυξης και της υψηλής ελαστικότητας ενεργειακής κατανάλωσης (η ελαστικότητα ενεργειακής κατανάλωσης με την οποία συνδέεται αντιστοιχεί στο αισιόδοξο σενάριο για το ΑΕΠ). Η χρήση φυσικού αερίου στα οχήματα γίνεται σε ποσοστό 10%. Τα ποσοστά συμμετοχής των καυσίμων παρουσιάζονται στον **Πίνακα 9.11.2.α.** Η διείσδυση του φυσικού αερίου γίνεται από οχήματα, τα οποία θα αντικαταστήσουν τα παλαιότερα οχήματα μέχρι συμπλήρωσης του ποσοστού τους επί των οχηματοχιλιομέτρων.

Πρότυπα Εκπομπών

Για το φυσικό αέριο δεν υπάρχουν πρότυπα εκπομπών. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τιμές εκπομπών οι οποίες αντιστοιχούν κατά το δυνατόν τις πραγματικές τιμές κινητήρων φυσικού αερίου. Τα διαθέσιμα δεδομένα για την κατηγορία αυτή των επιβατικών αυτοκινήτων είναι λιγοστά. Επιπλέον, παρότι τα στοιχεία συμφωνούν ότι υπάρχουν σημαντικές μειώσεις εκπομπών ως προς την βενζίνη και το diesel, υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις λόγω διαφορετικής τεχνολογίας ή συνθηκών.

Φ.Α.	Φ.Α.	Diesel
------	------	--------

gr/km	Εκπομπές	Εκπομπές % diesel (EURO 3)	Euro 3
CO	0,34	-47%	0,64
NOx	0,06	-88%	0,5
HC	0,06	100%	0,06
PM	0,00	-95%	0,05
CO ₂	111,78	-19%	138

Πίνακας 9.11.3.γ. Πρότυπα εκπομπών Φ.Α.

Σύμφωνα με τη μελέτη «Emissions variation in urban areas resulting from the introduction of natural gas vehicles: Application to Barcelona and Madrid Greater Areas (Spain)» [Concalve et al, 2009] όπου αντιμετωπίστηκε το ίδιο ζήτημα για μία αντίστοιχη περίπτωση (κυκλοφορία οχημάτων φυσικού αερίου στη Βαρκελώνη και στη Μαδρίτη) αποφασίστηκε να επιλεγούν οι τιμές που προτείνει η ENGVA (European Natural Gas Vehicle Association) οι οποίες βασίζονται σε μετρήσεις που έγιναν και έχουν δοθεί ως συντελεστές μετατροπής σε σχέση με το Euro III diesel.

Σενάριο-3

Χαμηλές εκπομπές - χαμηλή ανάπτυξη: Εξελιγμένες ΑΠΕ και παραδοσιακές μορφές ενέργειας

Γενική περιγραφή

Το Σενάριο- 3 αντιστοιχεί σε χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης και γρήγορη τεχνολογική ανάπτυξη. Οι εξελίξεις στην τεχνολογία δε μπορούν να αξιοποιηθούν επαρκώς λόγω της περιορισμένης κεφαλαιακής διαθεσιμότητας. Παρόλα αυτά ο λιγνίτης υποχωρεί από το ηλεκτρικό μείγμα και σημειώνεται μεγάλη ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και των μικρών υδροηλεκτρικών.



Ζήτηση

Το Σενάριο-3 έχει τη χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση από τα υπόλοιπα σενάρια λόγω της χαμηλής οικονομικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με τη χαμηλή ενεργειακή ελαστικότητα. Η συμμετοχή των βιοκαυσίμων στα υγρά καύσιμα γίνεται με τη χρήση biodiesel σε ποσοστό 5%. Η διεύθυνση του biodiesel στον επιβατικό στόλο γίνεται από οχήματα, τα οποία αντικαταστούν τα παλαιότερα μέχρι συμπλήρωσης του ποσοστού τους επί των οχηματοχιλιομέτρων.

Πρότυπα Εκπομπών

Για τον υπολογισμό των ρύπων χρησιμοποιείται το πρότυπο εκπομπών βενζίνης (Πίνακας 9.11.3.α), το πρότυπο εκπομπών diesel (Πίνακας 9.11.3.β), το πρότυπο εκπομπών Φ.Α (Πίνακας 9.11.3.γ) και το πρότυπο εκπομπών biodiesel (Πίνακας 9.11.3.δ). Οι τιμές εκπομπών biodiesel προκύπτουν από τα ποσοστά μείωσης επί των εκπομπών diesel [Environment Protection Agency, 2002].

gr/km	Biodiesel	Biodiesel	Diesel
	Εκπομπές	Εκπομπές % diesel (EURO 5)	Euro 5
CO	0.26	-48%	0.5
NOx	0.20	10%	0.18
HC	0.00	-67%	0.05
PM	0.02	-47%	0.005
CO ₂	29.74	-78%	138

Πίνακας 9.11.3.δ Πρότυπα εκπομπών biodiesel

Σενάριο-4

Χαμηλές εκπομπές – υψηλή ανάπτυξη: Εξελιγμένες τεχνολογίες ΑΠΕ

Γενική περιγραφή

Το πράσινο σενάριο αντιστοιχεί σε υψηλό ρυθμό ανάπτυξης και γρήγορη τεχνολογική ανάπτυξη. Προωθούνται εξελιγμένες τεχνολογίες ΑΠΕ, όπως τα θερμικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά. Η υψηλή ενεργειακή ζήτηση καλύπτεται σε μεγάλο μέρος από τις μονάδες συνδυασμένου κύκλου (φυσικού αερίου), αλλά και μέσω της πλήρους εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας και των υδροηλεκτρικών. Η υψηλή συμμετοχή των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό μείγμα οδηγεί σε σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.



Ζήτηση

Η ενεργειακή κατανάλωση είναι υψηλή λόγω της οικονομικής ανάπτυξης, αλλά χαμηλότερη από τη μελλοντική κατανάλωση του προαναφερθέντος σεναρίου λόγω της χαμηλής ελαστικότητας ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση βιοκαυσίμων στις μεταφορές αγγίζει το 10% το 2020, ενώ 10% της αγοράς ανήκει στα ηλεκτρικά οχήματα. Τα ποσοστά συμμετοχής των καυσίμων παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.11.2.α. Η διείσδυση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στον επιβατικό στόλο γίνεται από οχήματα, τα οποία θα αντικαταστήσουν τα παλαιότερα οχήματα μέχρι συμπλήρωσης του ποσοστού τους επί των οχηματοχιλιομέτρων

Πρότυπα Εκπομπών

Για τον υπολογισμό των ρύπων θα χρησιμοποιηθεί το πρότυπο εκπομπών βενζίνης (Πίνακας 9.11.3.α), diesel (Πίνακας 9.11.3.β), Φ.Α. (Πίνακας 9.11.3.γ), biodiesel (Πίνακας 9.11.3.δ) και το πρότυπο εκπομπών ηλεκτροκίνησης (Πίνακας 9.11.3.ε). Οι τιμές των αέριων ρύπων της ηλεκτροκίνησης θεωρούνται μηδενικές ενώ για τις εκπομπές CO₂ χρησιμοποιείται η τιμή που προκύπτει ανά χιλιόμετρο ηλεκτροκίνησης για το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα που είναι 0,88 g/km [ΥΠΕΚΑ, 2012]

gr/km	Ηλεκτροκίνηση
CO	0
NOx	0
HC	0
PM	0
CO ₂	88

Πίνακας 9.11.3.ε Πρότυπα εκπομπών biodiesel

9. 11. 4. Αποτελέσματα Ανάλυσης Σεναρίων

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης σεναρίων για τη διερεύνηση της διεξόδου εναλλακτικών καυσίμων στην Αθήνα συνοψίζονται στους Πίνακες 9.11.4.α –β. Η σταδιακή αντικατάσταση ποσοτήτων βενζινών σε κάθε ενεργειακό μίγμα οδηγεί αντίστοιχα σε μειώσεις τόσο των αέριων ρύπων όσο και του CO₂. Οι μέγιστες μειώσεις παρουσιάζονται στο Σενάριο 4. Η αντικατάσταση οχημάτων βενζίνης και η εισαγωγή σε ποσοστό 30% οχημάτων με κινητήρες diesel τεχνολογίας Euro 5 (Σενάριο 1) έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ποσοστών αέριων ρύπων από 36,8 ως 68,4% . Μικρή ωστόσο είναι η επίδραση του στις εκπομπές CO₂, οι οποίες σημειώνουν μείωση κατά 6,5%. Η εισαγωγή οχημάτων Φ.Α. στον επιβατικό στόλο σε ποσοστό 10% (Σενάριο 2) οδηγεί σε μείωση των αέριων εκπομπών (από 2,3 έως 6,6 %) ενώ σημαντική είναι και η μείωση των εκπομπών CO₂ (3,3,%). Η εισαγωγή οχημάτων που κινούνται με biodiesel σε ποσοστό 5% (Σενάριο 3) οδηγεί σε μειώσεις, οι οποίες κυμαίνονται από 1 έως 4,2 % ενώ μικρή αύξηση (0,6%) σημειώνεται στις εκπομπές NOx. Σημαντική μείωση παρατηρείται στις εκπομπές CO₂ (4,2,%), η οποία αποδίδεται στις πολύ μικρότερες εκπομπές χρήσης biodiesel έναντι του φυσικού αερίου.

gr/km-όχημα	Σενάριο 0	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
CO	2,96	1,26	1,07	0,97	0,81
NOx	0,26	0,14	0,13	0,13	0,11
HC	0,35	0,11	0,10	0,09	0,08
PM	0,006	0,004	0,004	0,003	0,003
CO ₂	166,36	155,63	150,09	143,16	131,2
tn	Σενάριο 0	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
CO	71.709	30.558	25.845	23.397	19.738
NOx	6.223	3.356	3.032	3.067	2.665
HC	8.494	2.686	2.418	2.220	1.901
PM	141	89	86	85	71
CO ₂	4.030.453	3.770.427	3.636.368	3.468.328	3.718.655

Πίνακας 9.11.4.α. Αέριες εκπομπές ανά σενάριο εκφρασμένες σε tn και g/km-όχημα

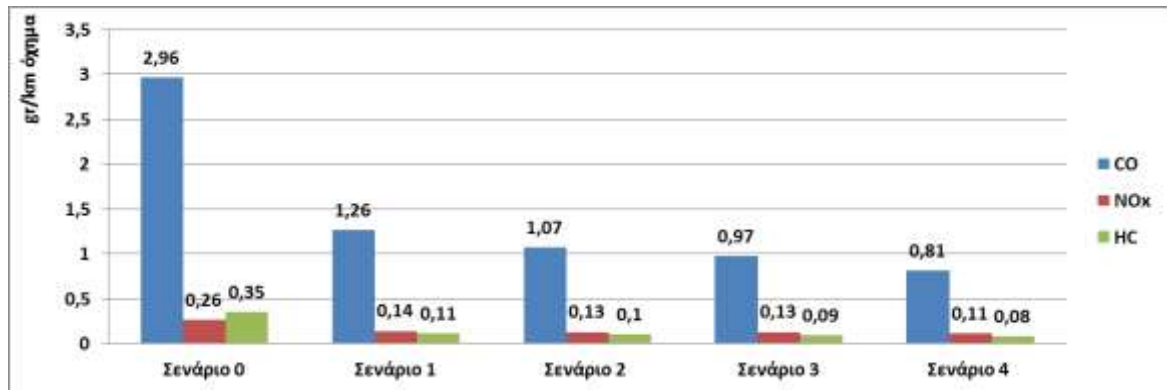
	ΣΕΝΑΡΙΟ -0	ΣΕΝΑΡΙΟ -1	ΣΕΝΑΡΙΟ -2	ΣΕΝΑΡΙΟ -3	ΣΕΝΑΡΙΟ -4
	%	%	%	%	%
CO	0,00	-57,4%	-64%	-67,4%	-72,5%
NOx	0,00	-46,1%	-51,3%	-50,7%	-57,2%
HC	0,00	-68,4%	-71,5%	-73,9%	-77,6%
PM	0,00	-36,8%	-39,2%	-40,1%	-49,7%
CO ₂	0,00	-6,5%	-9,8%	-13,9%	-21,1%

Πίνακας 9.4.11.β. Ποσοστιαίες μεταβολές αέριων εκπομπών ως προς σενάριο αναφοράς

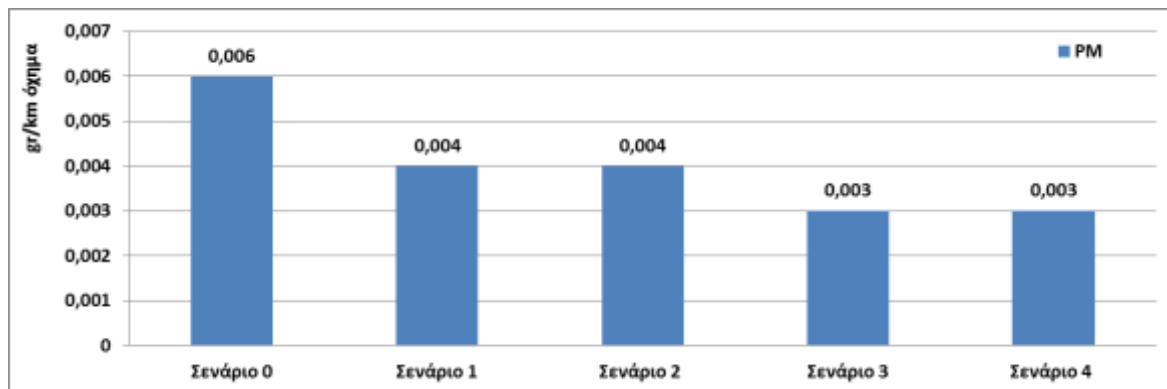
Τέλος, η εισαγωγή σε ποσοστό 10% στον επιβατικό στόλο της Αθήνας ηλεκτροκίνητων οχημάτων (Σενάριο 4) μειώνει τόσο αέριους ρύπους, ενώ σημαντική είναι και η μείωση στις εκπομπές CO₂ (7,2%). Οι μειώσεις στις εκπομπές των αέριων ρύπων θα ήταν περισσότερο εντυπωσιακές στην περίπτωση που η εισαγωγή της ηλεκτροκίνησης και του biodiesel γίνεται νωρίτερα.

Οι μειώσεις των μέσων τιμών αερίων ρύπων CO, HC, NOx, PM ανά οχηματοχιλιόμετρο είναι σημαντικές (Διαγράμματα 9.11.4.α -9.11.4.β). Η αντικατάσταση της βενζινοκίνησης όπως προτείνεται σε όλα τα σενάρια, οδηγεί σε μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι μέσες τιμές CO₂ ανά οχηματοχιλιόμετρο ακόμα και στο Σενάριο 4, όπου η διείσδυση των εναλλακτικών είναι η μεγαλύτερη, διαμορφώνεται σε 131,20 g/km-όχημα έναντι 166,36 g/km-όχημα της σημερινής κατάστασης με συνολική μείωση 21% (Διάγραμμα 9.11.4.γ). Οι μειώσεις είναι σαφώς μικρότερες έναντι των άλλων ρύπων. Υπενθυμίζεται ότι με την Οδηγία

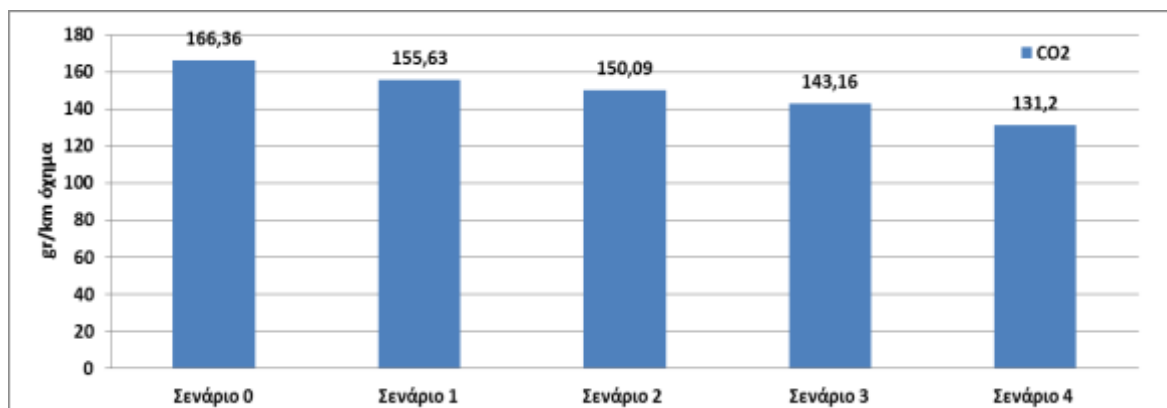
2009/30/EK τίθεται όριο τα 95 g CO₂/km το 2020 για τα νέα οχήματα. Μεγαλύτερη μείωση του CO₂ θα μπορούσε να επιτευχθεί με αύξηση της συμμετοχής Biodiesel και Ηλεκτρισμού καθώς τα εν λόγω εναλλακτικά καύσιμα παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές εκπομπών CO₂ (29,74 g/km-όχημα και 88 g/km-όχημα αντίστοιχα).



Διάγραμμα 9.11.4.α. Μέσες τιμές ρύπων CO, NOx και HC για κάθε σενάριο



Διάγραμμα 9.11.4.β. Μέσες τιμές σωματιδίων PM για κάθε σενάριο



Διάγραμμα 9.11.4.γ. Μέσες τιμές εκπομπών CO₂ για κάθε σενάριο

9. 12. Συμπεράσματα

Η οικονομική και περιβαλλοντική συγκριτική ανάλυση τριών τύπων οχημάτων (συμβατικό, υβριδικό, ηλεκτρικό) για την Ελλάδα δείχνει πως τα υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα υπερτερούν σε σχέση με τα συμβατικά. Παρά το γεγονός πως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη χρήση του ηλεκτρικού οχήματος είναι λιγότερο ρυπογόνος, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια φόρτισης του ηλεκτρικού οχήματος αποτελούν βασική παράμετρο για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Όταν η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη φόρτιση του οχήματος προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, το ηλεκτρικό όχημα παραμένει ανταγωνιστικό σε σχέση με τα υπόλοιπα μόνο στη περίπτωση κατά την οποία η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στο όχημα.

Η ανάπτυξη και υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών στον τομέα των μεταφορών σε αστικά κέντρα αποτελεί μια ριζική καινοτομία σε ότι αφορά την τεχνολογία και τις μεθόδους παραγωγής. Η επιτυχής εισαγωγή στην αγορά τόσο των υβριδικών όσο και των ηλεκτρικών οχημάτων εξαρτάται άμεσα από τα έργα υποδομής καθώς και από ένα σύνολο πολιτικών μέτρων, τα οποία θα έχουν ως στόχο ένα σύστημα μεταφορών χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Η ανάλυση των σεναρίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την Ελλάδα, διερευνά τρία μείγματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ένα υψηλών εκπομπών CO₂, ένα χαμηλών εκπομπών CO₂, και ένα τρίτο μέσων εκπομπών. Και στα τρία σενάρια, τα υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα προκαλούν σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές σε σχέση με το συμβατικό όχημα. Τα φορτιζόμενα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν μια βιώσιμη μακροπρόθεσμη λύση για ένα χαμηλών εκπομπών σύστημα μεταφορών.

Από την άλλη πλευρά η διερεύνηση σεναρίων για τη διείσδυση εναλλακτικών καυσίμων στον επιβατικό στόλο της Αθήνας δείχνει πως η αύξηση του ποσοστού εναλλακτικών καυσίμων στον επιβατικό στόλο παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη. Αναλυτικότερα, η διείσδυση βιοντίζελ, φυσικού αερίου και ηλεκτροκίνησης σε ποσοστά της τάξεως 10% το καθένα με παράλληλη διείσδυση πετρελαιοκίνησης οχημάτων τεχνολογίας Euro 5 προκαλεί μείωση των ρύπων από 49 ως και 78% και μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 21%. Περαιτέρω μείωση των εκπομπών CO₂ είναι εφικτή με αύξηση των ποσοστών βιοντίζελ και ηλεκτρισμού στον επιβατικό στόλο. Η υλοποίηση των παραπάνω μέτρων απαιτεί παρεμβάσεις

τόσο σε θεσμικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο επενδύσεων στις υποδομές (δίκτυα ανεφοδιασμού, ενίσχυση ηλεκτρικού συστήματος και δικτύου διανομής φυσικού αερίου) καθώς επίσης και την παροχή οικονομικών και μη οικονομικών κινήτρων σε ιδιώτες και επιχειρήσεις ώστε να γίνει ελκυστική η χρήση οχημάτων που λειτουργούν με εναλλακτικά καύσιμα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης μπορούν να συμβάλουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε θέματα που αφορούν την ενεργειακή πολιτική για την επίτευξη των στόχων 20-20-20 στον τομέα των Μεταφορών καθώς επίσης και στην αναγνώριση των βασικών τομέων του Ελληνικού Συστήματος Μεταφορών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για περαιτέρω τεχνολογική έρευνα και ανάπτυξη. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της ανάλυσης μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο στη διαδικασία του ολοκληρωμένου σχεδιασμού ενός συστήματος Μεταφορών, δεδομένου ότι λαμβάνει υπόψη περιβαλλοντικά, τεχνικά και οικονομικά κριτήρια. Από την άλλη πλευρά, περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν κύριοι περιορισμοί όπως η χρήση δεδομένων, καθώς και η υποκειμενική επιλογή δεικτών. Επιπρόσθετη έρευνα χρειάζεται προκειμένου να διερευνηθούν οι συνήθειες οδήγησης, η διαθεσιμότητα στάθμευσης τόσο στον ιδιωτικό όσο και στον εργασιακό χώρο, οι ιδιαιτερότητες μιας αστικής περιοχής, οι οποίες επηρεάζουν τον τρόπο οδήγησης σε μια συγκεκριμένη αστική περιοχή στοχεύοντας στην ενίσχυση πολιτικών που προωθούν τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων και τις καινοτόμες τεχνολογίες οχημάτων, καθώς και στον αποτελεσματικό σχεδιασμό των υποδομών φόρτισης έτσι ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις απαιτήσεις μιας κοινότητας.

9.13. Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 9

1. Alcamo J (2001) Scenarios as tools for international environmental assessments. Environmental issue report No 24, Experts' corner report Prospects and Scenarios No 5, [European Environment Agency](#) (pdf: 400KB), Luxembourg, pp 31.
2. Association of Motor Vehicle Importers Representatives (2011), www.seaa.gr
3. Automotive News (2009), JP Morgan Article.
4. B.S. Flowers, (2003), The Art and Strategy of Scenario Writing, *Strategy & Leadership*, Vol. 31, No. 2, pp. 29 – 33.
5. Beer, T., Grant, T., Morgan, G., Lapszewicz, J., Anyon, P., Edwards, J., Nelson, P., Watson, H., and Williams, D. (2001), Comparison of Transport Fuels. Stage 2 Study of Life-cycle Emissions Analysis of Alternative Fuel, Australian Greenhouse Office
6. BERG (2009), Roland Berger Strategy Consultants; Valentine-Urbschat, M. et al.: Automotive insights 1/2009. Powertrain 2020 – the future drives electric. Munich/Stuttgart.

7. Böhringer C., Rutherford T.F. (2007), Combining Top-Down and Bottom-up in Energy Policy Analysis: A Decomposition Approach, Centre for European Economic Research. *Energy Economics* 30 (2),
8. C. Selin (2003), The Art and Science of Scenario Planning: Research Management Processes under Rapid Change, The Danish Institute for studies in Research and Research policy, Vol. 9, pp. 126 – 134.
9. C.A.R. MacNulty, (1977), Scenario Development for Corporate Planning, *Futures*, Vol. 9, pp. 128 – 138.
Change, Vol. 65, σελ. 115 – 123.
10. CITROEN , <http://www.electric.citroen.com>.
11. CITROEN , <http://www.electric.citroen.com>.
12. D. Mercera (1995), Scenarios Made Easy, *Long Range Planning*, Vol. 28, No. 4 pp. 81 – 86.
13. D.W. Bunn and A.A. Salo (1993), Forecasting with Scenarios, *European Journal of Operational Research*, Vol. 68, pp. 291 – 303.
14. Ducot, G.J. Lubben (1980), A Typology for Scenarios, *Futures*, Vol. 12, No. 1, pp. 51 – 57.
15. EEA (2007), “Annual European Community greenhouse gas Inventory 1990-2005 and Inventory Report 2007”, Technical Report, Copenhagen
16. EEA (2010), Monitoring the CO₂ emissions from new passenger cars in the EU: summary of data for 2010 . European Environment Agency.
17. EEA (2013), Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011 – Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets : <http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2011>.
18. EPA (2002), A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions. Environmental Protection Agency.
19. EU Commission (2010), “*Report from the Commission to the European Parliament and the Council. Monitoring the CO₂ emissions from new passenger cars in the EU: data for the year 2008*”. Brussels, 12.1.2010 COM (2009) 713 final.
Foresight, Vol. 2, No. 1, pp. 5 – 9.
20. Frans H. Koch (2000), “Hydropower-Internalized Costs and Externalized Benefits,” International Energy Agency (IEA)-Implementing Agreement for Hydropower Technologies and Programs, Ottawa, Canada.
Futures, Vol. 36, σελ. 295 – 309.
21. G. Burt, K. van der Heijden (2003), First Steps: Towards Purposeful Activities in Scenario Thinking and Future Studies, *Futures*, Vol. 35, σελ. 1011 – 1026.
22. G.D. Peterson, G.S. Cumming, S.R. Carpenter, (2003), Scenario Planning: A Tool for Conservation in an Uncertain World, *Conservation Biology*, Vol. 17, No.2.
23. Gaines, L., R. Cuenca (2000), Costs of Lithium Ion Batteries, Center for Transportation Research, Argonne National Laboratory.
24. GCEP, Global Climate and Energy Project (2006), Stanford University, A Technical Assessment of High-Energy Batteries for Light-Duty Electric Vehicles:http://gcep.stanford.edu/pdfs/assessments/ev_battery_assessment.pdf
25. Godet, M., R. Monti, F. Meunier and F. Roubelat (2004), Scenarios and Strategies: A Toolbox for Problem Solving, *Cahiers du LIPSOR*, Laboratory for Investigation in Prospective and Strategy, Paris.
26. Gonçalves S, M.; Jiménez-guerrero, P.; Baldasano, J. M. (2009), Emissions variation in urban areas resulting from the introduction of natural gas vehicles: Application to Barcelona and Madrid Greater Areas (Spain). *Science of the Total Environment*.
27. H. Courtney (2003), Decision – Driven Scenarios for Assessing Four Levels of Uncertainty, *Strategy & Leadership*, Vol. 31, No. 1, pp. 14 – 22.
28. H. Jungermann (1985), Inferential Processes in the Construction of Scenarios,

29. H. Kahn, A.J. Wiener (1967), *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty – Three Years*, Macmillan, New York.
30. Heugens, J. van Oosterhout, (2001), *To Boldly Go Where No Man Has Gone Before: Integrating Cognitive and Physical Features in Scenario Studies*, *Futures*, Vol. 33, pp. 861 – 872.
31. Houghton, L.G. Meira Filho, B. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (1995), *Technical summary of Climate Change 1995*, Cambridge University Press. 9-49.
32. Hwang, R. (1997), *Real-World Emission Reductions from Passenger Vehicles Over the Past 30 Years*. Union of concerned scientists.
33. J. Brauers, M. Weber (1988), *Scenarios: A Tool of Growing Importance to Policy Analysts in Government and Industry*, *Technological Forecasting and*
34. J. Leemhuis, (1985) *Using Scenarios to Develop Strategies*, *Long Range Planning*, Vol. 18, No. 2, pp. 30 – 37.
35. J. Verity, (2003), *Scenario Planning as a Strategy Technique*, *European Business Journal*, pp. 185 – 195.
36. J.F. Coates (2000), *Scenario Planning*, *Technological Forecasting and Social*
37. J.H. Vanston, W.P. Frisbie, S.C. Loprfato, D.I. Poston, (1977) *Alternate Scenario Planning*, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 10, pp. 159– 180. *Journal of Forecasting*, Vol. 4, pp. 321 – 327.
38. K. van der Heijden (1996), *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*, Wiley, Chichester, UK.
39. Kudoh, Y., Nansai, K., Kondo, Y. and Tahara, K. (2007), “Life Cycle Emissions of FCEV, BEV and GV in Actual Use”. The 23rd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exposition, Anaheim, USA.
40. L. Fahey (2003), *How Corporations Learn from Scenarios*, *Strategy & Leadership*, Vol. 31, No. 2, pp. 5 – 15.
41. LIPASTO Passenger cars. Lipasto Traffic Emissions (2011), *Disponivel em:* <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkilo_tiee.htm>
42. M. Godet (1987), *Scenarios and Strategic Management*, Butterworth, London.
43. M.J. Foster, (1993), *Scenario Planning for Small Businesses*, *Long Range*
44. MEPPW site: Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, www.ypeka.gr
45. MEPPW (1989), Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, 1989, “EARTH-PERPA Administration, Atmospheric Pollution in the Athens Area”, Vol. 1-4, Athens, March 1989
46. MEPPW site (2011): Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, www.ypeka.gr
47. N. Maddox, W.P. Anthony, W. Wheatley (1987), *Creative Strategic Planning Using Imagery*, *Long Range Planning*, Vol. 20, No. 5, pp. 118 – 124.
48. Nemry F., Leduc G., Munoz A. (2009), ‘Plug-in Hybrid and Battery- Electric Vehicles’, *Joint Research Centre Technical Notes*.
49. Nesbitt K, Sperling D., (2001), “Fleet purchase behavior: Decision processes and implications for new vehicle technologies and fuels”, *Transportation Research Part C, Emerging Technologies*, 95, 297-318. No. 2, pp. 55 – 63. *Options, International Studies of Management and Organization*, Vol. 27, No. 2, pp. 43 – 70.
50. P. Schwartz (1991), *The Art of the Long View*, New York, Doubleday
51. P.J. Schoemaker (1993), *Multiple Scenario Development: Its Conceptual and Behavioral Foundation*, *Strategic Management Journal*, Vol. 14, No. 3, pp. 193 – 213.
52. P.J. Schoemaker (1997), *Disciplined Imagination: From Scenarios to Strategic*

53. P.J. Schoemaker, (1991) When and How to Use Scenario Planning: A Heuristic Approach with Illustration, *Journal of Forecasting*, Vol. 10, pp. 549 – 564,
54. P.J. Schoemaker, (1995), Scenario planning: A Tool for Strategic Thinking, *Sloan Management Review*, pp. 25 – 39.
55. P.J. Schoemaker, K. van der Heijden, (1992), Integrating Scenarios into Strategic Planning at Royal Dutch/Shell, *Planning Review*, Vol. 20, No. 3, pp. 41 –46.
56. Petersen, J., 2009, Lithium-ion batteries: 9 years of price Stagnation (2009), <http://seekingalpha.com/article/129570-lithium-ion-batteries-9-years-of-price-stagnation>.
Planning, Vol. 26, No. 1, pp. 123 – 129.
57. PPC site: Public Power Corporation (2011), www.dei.gr
58. R. Dhingra, J. Overly, G. Davis (1999), “Life-Cycle Environmental Evaluation of Aluminum and Composite Intensive Vehicles,” Report, University of Tennessee, Center for Clean Products and Technologies.
59. R. Phelps, C. Chan, S.C. Kapsalis, (2001), Does Scenario Planning Affect Performance? Two Explanatory Studies, *Journal of Business Research*,
60. R.E. Linneman, H.E. Klein (1985), Using Scenarios in Strategic Decision Making, *Business Horizons*, pp. 64 – 74, 1985
61. R.S. Raubitschek, (1988), Multiple Scenario Analysis and Business Planning, In: R. Lamb, P. Shrivastava (editors), *Advances in Strategic Management*, Vol. 5, Greenwich, CA:JAI Press, pp. 181 – 205.
62. Rantik, M. (1999), “ Life Cycle Assessment of Five Batteries for Electric Vehicles Under Different Charging Regimes”, Report, KFB- Stockholm.
63. S. Millett, (1988), How Scenarios Trigger Strategic Thinking, *Long Range Planning*, Vol. 21, No. 5, pp. 61 – 68.
64. S.P. Schnaars (1987), How to Develop and Use Scenarios, *Long Range Planning*, Vol. 20, σελ. 105 – 114.
Scenario Planning, *Journal of Leadership & Organizational Studies*, Vol. 10,
65. SINTEF Energy Research (2009), Setup of SUSPLAN scenarios: Development of regional and Pan-European guidelines for more efficient integration of renewable energy into future infrastructure “SUSPLAN”.
Social Change, Vol. 23, pp. 31 – 47.
66. Stigliani WM, Brouwer FM, et al. (1989). Future environments for Europe: some implications of alternative development paths. *Sci. Total Environ.* 80 (1): 1-102.
67. T. Chermack, (2003), A Methodology for Assessing Performance – Based
68. T.J. Chermack, (2004), Improving Decision – Making with Scenario Planning,
69. TOYOTA site: <http://www.toyota.com> , (accessed on February 2011)
<http://pressroom.toyota.com/pr/tms/toyota/TYT2008092372406.aspx?ncid=12067>.
Vol. 51, pp. 223 – 232.
70. M. Godet, (2000), Forefront: How to Be Rigorous with Scenario Planning,
71. ΥΠΕΚΑ, Τεχνική Έκθεση (2012) Η Διερεύνηση τρόπων ανάπτυξης και διείσδυσης των ηλεκτροκινήτων οχημάτων στην Ελλάδα.
72. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2011), 2^ο Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης 2008-2016, στο πλαίσιο της Οδηγίας 2006/32/EK.
73. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Επιτροπή 20-20-20 (2010), «Ανάλυση Ενεργειακών Σεναρίων διείσδυσης των τεχνολογιών ΑΠΕ στο Ενεργειακό Σύστημα και Επίτευξης των Εθνικών Στόχων του 2020 με χρήση των μοντέλων MARKAL, ENPEP, WASP, COST».
74. Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων (2012) : www.yme.gr