

Ανάλυση αποδοχής και κόστους ωφελειών για την μείωση του ορίου ταχύτητας σε 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας

Μακρυδάκης, Κωνσταντίνος¹, Βιργινία, Πετράκη², Αρμίρα, Κονταξή³, Γιώργος, Γιαννής⁴

^{1,2,3,4}Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, ΕΜΠ

E-mail1: makridakis.k@gmail.com

E-mail2: vpetraki@mail.ntua.gr

E-mail3: akontaxi@mail.ntua.gr

E-mail4: geyannis@central.ntua.gr

Περίληψη

Στόχο της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της αποδοχής της μείωσης του ορίου ταχύτητας από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας καθώς και η διερεύνηση της κοινωνικοοικονομικής βιωσιμότητας της προτεινόμενης επέμβασης. Για αυτό το σκοπό, αναπτύχθηκε ειδικό ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από 408 μετακινούμενους με βάση τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης για 10 υποθετικά σενάρια με διακυμάνσεις των μεταβλητών χρόνου ταξιδιού, κατανάλωσης καυσίμου και πιθανότητας οδικού ατυχήματος με τραυματισμό. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε μοντέλο πολυωνμικής λογιστικής παλινδρόμησης από το οποίο προέκυψαν οι μεταβλητές που επηρεάζουν την αποδοχή του μετακινούμενου. Ακολούθως, πραγματοποιείται Ανάλυση Κόστους Ωφελειών (CBA) με σκοπό τη διερεύνηση της κοινωνικοοικονομικής βιωσιμότητας του εν λόγω μέτρου, με χρονικό ορίζοντα έως το 2030. Η ανάλυση έδειξε ότι η μείωση του ορίου ταχύτητας στο ελληνικό υπεραστικό οδικό δίκτυο, απαιτεί μικρό κόστος επένδυσης σε σύγκριση με τον σημαντικά θετικό αντίκτυπο στην κοινωνική ευημερία, παρουσιάζοντας θετική οικονομική Καθαρά Παρούσα Αξία και υψηλό Οικονομικό Δείκτη Εσωτερικής Απόδοσης (39.1%), υποδεικνύοντας τη σκοπιμότητά του με την πάροδο του χρόνου.

Λέξεις-κλειδιά: όριο ταχύτητας, υπεραστικό οδικό δίκτυο, Ανάλυση Κόστους Ωφελειών, μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης, λογιστικά μοντέλα, κοινωνική ευημερία.

Abstract

The aim of this paper is the investigation of public acceptance and socio-economic feasibility of reducing the speed limit in the interurban road network in Greece, from 90km/h to 80 km/h. For this purpose, a stated preference survey including 10 hypothetical scenarios with the variables of travel time, fuel consumption and probability of road accident with injury, was answered by 408 commuters. Then, a multinomial logistic regression model was developed to identify prevailing parameters affecting the public acceptance. Afterwards a Cost Benefit Analysis (CBA) was conducted to investigate the socioeconomic feasibility of the measure, up to the year 2030. The analysis showed that reducing the speed limit in the Greek interurban road network requires low investment cost compared to the substantial positive impact on social welfare, presenting a positive economic Net Present Value and a high Financial Internal Rate of Return (39.1%), indicating the feasibility of over time.

Keywords: speed limit, interurban, CBA, stated preference, logistic models, social welfare.

1. Εισαγωγή

Η βελτίωση της οδικής ασφάλειας και η μείωση των οδικών ατυχημάτων, αποτελεί μείζονα στόχο στο πλαίσιο της επιτακτικής ανάγκης για προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας. Παρά τις προσπάθειες και τα μέτρα που λαμβάνονται για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας, ο παγκόσμιος αριθμός θανάτων παραμένει υψηλός και εκτιμάται στα 1,3 εκατομμύρια ετησίως (WHO, 2021). Στην Ελλάδα, το έτος 2020 καταγράφηκαν 9.105 οδικά ατυχήματα με τραυματισμούς ή/και θανάτους, με συνολικά 579 θανάτους (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2019). Αξίζει να σημειωθεί ότι το 28% των θανάτων λόγω οδικού ατυχήματος, έλαβε χώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2019).

Τις τελευταίες δεκαετίες αρκετές μελέτες επικεντρώθηκαν στις επιπτώσεις της ταχύτητας και του ορίου ταχύτητας στην οδική ασφάλεια, δείχνοντας ότι η ταχύτητα κίνησης με τη συχνότητα οδικού ατυχήματος και τη σοβαρότητα αυτού, συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό (WHO, 2007; Aarts, 2011). Συγκεκριμένα, η οδήγηση στο δίκτυο αυτοκινητοδρόμων υψηλής ταχύτητας, μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις, όπως ατμοσφαιρική ρύπανση, υψηλή κατανάλωση καυσίμου και σοβαρά οδικά ατυχήματα (Jin and Rafferty, 2021). Σε μια προσπάθεια να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις της ταχύτητας στην οδική ασφάλεια και να προωθηθεί η ασφαλής και βιώσιμη κινητικότητα για όλους, παγκοσμίως παρατηρείται μια τάση εφαρμογής χαμηλότερων ορίων ταχύτητας (De Pauw et al., 2014). Εκτός από την οδική ασφάλεια η μείωση της ταχύτητας οδήγησης μπορεί να συμβάλλει στην πιο οικολογική και οικονομικότερη οδήγηση.

Η μείωση του ορίου ταχύτητας στο ελληνικό υπεραστικό οδικό δίκτυο πέρα από την συμβολή του στη μείωση των οδικών ατυχημάτων και κατά συνέπεια των τραυματιών και της θνησιμότητας, αποτελεί μέτρο που εκτιμάται ότι θα επιφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη στο κράτος. Συγκεκριμένα, τα οδικά ατυχήματα κοστίζουν στην ελληνική κοινωνία περίπου 2,7 δισ. € ετησίως, ενώ το πραγματικό κόστος ενδεχομένως να ξεπερνά τα 8 δισ. € ανά έτος, εάν συνυπολογιστεί ο πραγματικός αριθμός των παθόντων, αλλά και τα ατυχήματα μόνο με υλικές ζημιές (ITF, 2020).

Σε αυτό το πλαίσιο, κύριο στόχο της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της αποδοχής της μείωσης του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα, καθώς και η διερεύνηση της κοινωνικο-οικονομικής βιωσιμότητας της προτεινόμενης επέμβασης. Για την επίτευξη του εν λόγω στόχου αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση που παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα (Ενότητα 2). Για τη διερεύνηση της αποδοχής του μέτρου από τους μετακινούμενους, αναπτύχθηκε ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο το οποίο περιγράφεται στην Ενότητα 3. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε ένα μαθηματικό μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης από το οποίο προέκυψαν οι μεταβλητές που επηρεάζουν την αποδοχή της υπό εξέταση μείωσης του ορίου ταχύτητας από τον μετακινούμενο. Επιπλέον, για τη διερεύνηση της κοινωνικο-οικονομικής βιωσιμότητας του μέτρου, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Κόστους Ωφελειών (CBA), στο πλαίσιο της οποίας εκτιμήθηκαν δείκτες όπως η Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV) και ο Οικονομικός Δείκτης Εσωτερικής Βαθμός Απόδοσης (ERR) με χρονικό ορίζοντα έως το 2030. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρατίθενται στην Ενότητα 4. Τέλος, η ενότητα 5 συνοψίζει τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας και παρουσιάζει μελλοντικές προκλήσεις.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση αφορά στην μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα και τις επιπτώσεις που επιφέρει στο περιβάλλον και στην κοινωνία. Η εφαρμογή του εν λόγω μέτρου έχει διερευνηθεί και εφαρμοσθεί από αρκετές χώρες διεθνώς, όπως η Γαλλία η οποία το εφάρμοσε στις οδούς δύο κατευθύνσεων χωρίς διαχωριστικό στο υπεραστικό δίκτυο από την 01/07/2018. Ακόμα και άλλες ευρωπαϊκές χώρες έχουν προχωρήσει σε

παρόμοιες μειώσεις π.χ. Σουηδία (από 90 σε 80 χλμ./ώρα), Νορβηγία (έρευνες και για 60 χλμ./ώρα), με βασικότερο σκοπό τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας μέσω της μείωσης των οδικών ατυχημάτων.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία τα αποτελέσματα της μείωσης ορίου ταχύτητας σε υπεραστικό οδικό δίκτυο είναι κοινά σε πολλές περιπτώσεις. Η διεθνής και ευρωπαϊκή κοινότητα πάντως έχει επιστήσει την προσοχή των αρμοδίων για την επιτακτική ανάγκη της μείωσης των ορίων ταχύτητας, μέτρο που θα αποφέρει αρκετά θετικά αποτελέσματα σε διάφορους τομείς όπως την οδική ασφάλεια, το περιβάλλον και γενικότερα την κοινωνία. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης σχετικά με τις επιπτώσεις που προκαλεί η μείωση του ορίου ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο.

Πίνακας 1: Επιπτώσεις από τη μείωση του ορίου ταχύτητας σε αυτοκινητοδρόμους

α/α	Αναφορά	Ετήσια Μεταβολή (%)	Παράμετρος	Χώρα
1. Κυκλοφορία				
1.1 Χρόνος Ταξιδιού				
	ONISR, 2020	+2 %	Χρόνος Ταξιδιού	Γαλλία
1.2 Κατανάλωση Καυσίμου				
	ONISR, 2020	-3%	Καύσιμο	Γαλλία
2. Οδική Ασφάλεια				
2.1 Ελαφρά Τραυματίες				
	Lopez-Aparicio et al., 2020	-14%	Ελαφρά Τραυματίες	Νορβηγία
	Elvik, 2004	-16%	Ελαφρά Τραυματίες	NA
	ITF, 2018	0%	Ελαφρά Τραυματίες	Σουηδία
2.2 Σοβαρά Τραυματίες				
	Lopez-Aparicio et al., 2020	-19%	Βαριά Τραυματίες	Νορβηγία
	Elvik, 2004	-30%	Βαριά Τραυματίες	NA
	ITF, 2018	0%	Βαριά Τραυματίες	Σουηδία
2.3 Νεκροί				
	Lopez-Aparicio et al., 2020	-23%	Νεκροί	Νορβηγία
	Elvik, 2004	-41%	Νεκροί	NA
	ITF, 2018	-42%	Νεκροί	Σουηδία
	ONISR, 2020	-10%	Νεκροί	Γαλλία
3. Περιβάλλον				
3.1 Κλιματική Αλλαγή (CO₂)				
	ONISR, 2020	-3%	CO ₂	Γαλλία

Όπως γίνεται αντιληπτό η εφαρμογή ενός νέου ορίου ταχύτητας προκαλεί επιπτώσεις σε διαφορετικούς τομείς. Όσον αφορά την οδική ασφάλεια, η μείωση του ορίου ταχύτητας από 80 σε 60 χλμ./ώρα στο Όσλο, Νορβηγία, προκάλεσε μείωση των οδικών ατυχημάτων που κυμάνθηκε από 24,7% – 50,9% για θανατηφόρα ατυχήματα, 19,4% – 42,8% για ατυχήματα με σοβαρά τραυματίες και 13,6% – 32,2% για ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες, με το μέγιστο ποσοστό μείωσης να αφορά στην πλήρη συμμόρφωση και αποδοχή των μετακινούμενων με το μέτρο (Lopez-Aparicio et al., 2020). Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή των τραυματιών και θανάτων από την μείωση του ορίου

ταχύτητας στο Όσλο, προσαρμοσμένη στην υπό εξέταση μείωση ταχύτητας στην Ελλάδα. Στην Γαλλία, η μείωση του ορίου ταχύτητας δεν είχε επίπτωση στον συνολικό αριθμό των οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό, αλλά είχε επίδραση στη σοβαρότητά τους: με μείωση από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα, το ποσοστό θνησιμότητας στο δίκτυο αυτοκινητοδρόμων μειώθηκε από 15,2 θανάτους ανά 100 ατυχήματα κατά την ίδια περίοδο αναφοράς σε 13,7 νεκρούς το 2019, μείωση 10% (ONISR, 2020).

Εκτός από τον αντίκτυπο της στα οδικά ατυχήματα, η ταχύτητα έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σχετίζεται έντονα με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (κυρίως CO₂) και τοπικών ρύπων (CO, NO_x, HC, σωματίδια), καθώς και στην κατανάλωση καυσίμου. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), παράγεται αναλογικά με την κατανάλωση καυσίμου, και επομένως είναι επίσης άμεσα συνδεδεμένο με την ταχύτητα. Διατηρώντας σταθερή ταχύτητα οδήγησης στα 90 χλμ/ώρα αντί για τα 110 χλμ/ώρα, ο οδηγός μπορεί να εξοικονομήσει περίπου 23% στην κατανάλωση καυσίμου, ωστόσο, σε χαμηλότερες ταχύτητες (κάτω από περίπου 20 χλμ/ώρα) η μείωση της ταχύτητας δεν έχει απαραίτητως αντίστοιχη επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου (ITF, 2018). Έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις της μείωσης του ορίου ταχύτητας στις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων, δείχνουν ένα ευρύ φάσμα αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, στη Γαλλία παρατηρήθηκε μείωση κατά 3% σε CO₂, από την μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα (ONISR, 2020).

Επιπλέον, πραγματοποιείται η ποσοτικοποίηση της μείωσης των θανάτων, ελαφρά και βαριά τραυματιών σε οδικά ατυχήματα από τη μείωση του ορίου ταχύτητας από 90 σε 80 χλμ./ώρα αξιοποιώντας το δυναμικό μοντέλο (Power Model) του Nilsson (1982) το οποίο φαίνεται να είναι ικανοποιητικό για το υπεραστικό οδικό δίκτυο. Το εν λόγω μοντέλο συσχετίζει την αύξηση των θανάτων, σοβαρά τραυματιών και των συνολικών τραυματιών με την 8^η, 6^η και 4^η δύναμη, αντίστοιχα, της αύξησης της μέσης ταχύτητας. Η εκτιμώμενη μείωση της μέσης ταχύτητας λόγω της μείωσης του ορίου ταχύτητας κατά 10 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο εκτιμάται ίση με 3.6 χλμ./ώρα, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση (Elvik, 2012):

$$Y = -0,0058 * x^2 + 0,2781 * x - 0,23423 \quad (1)$$

y = μεταβολή της μέσης ταχύτητας (χλμ./ώρα)

x = μεταβολή του ορίου ταχύτητας (χλμ./ώρα)

Εν συνεχεία, δεδομένου ότι η μείωση του ορίου ταχύτητας πρόκειται να επιφέρει μείωση της μέσης ταχύτητας κίνησης προβλέπεται αύξηση του χρόνου ταξιδιού. Σε παρόμοιες εφαρμογές αυτού του μέτρου και πιο συγκεκριμένα στη Γαλλία, έχει παρατηρηθεί αύξηση του χρόνου ταξιδιού της τάξης του 2% (ONISR, 2020).

Τα παραπάνω αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Πίνακας 1), αξιοποιούνται ως παραδοχές και δεδομένα εισόδου στην Ανάλυση Κόστους - Οφέλους.

3. Μεθοδολογία

3.1 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες καλύπτοντας συνολικά 43 ερωτήσεις. Η συλλογή των ερωτηματολογίων έγινε υπό μορφή διαδικτυακής έρευνας μέσω Google Forms. Συνολικά συλλέχθηκαν 408 ερωτηματολόγια. Η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν την εμπειρία οδήγησης, το κύριο μέσο μετακίνησης, τη συχνότητα οδήγησης αλλά και την ενδεχόμενη εμπλοκή σε οδικό ατύχημα. Στη δεύτερη ενότητα εξετάζεται η άποψη που έχουν οι ερωτώμενοι για τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Στην τρίτη ενότητα, εισάγονται 10 διαφορετικά σενάρια για μία υποθετική διαδρομή τριών (3) ωρών εκτός πόλης (υπεραστικό δίκτυο). Συγκεκριμένα, ζητείται η επιλογή μεταξύ τριών εναλλακτικών προτάσεων με βάση τρεις παραμέτρους: τον χρόνο ταξιδιού, την κατανάλωση καυσίμου, και την πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με τραυματισμό.

- Εναλλακτική 1: μείωση της ταχύτητας από 90χλμ./ώρα σε 80χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα και καμία αλλαγή στους ισόπεδους κόμβους (60 χλμ./ώρα).
- Εναλλακτική 2: μείωση της ταχύτητας από 90χλμ./ώρα σε 80χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα και μείωση στα 50 χλμ./ώρα στους ισόπεδους κόμβους.
- Καμία αλλαγή.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται ένα υπόδειγμα ενός τυχαίου σεναρίου από τα 10 στα οποία κλήθηκαν οι ερωτώμενοι να επιλέξουν μεταξύ των εναλλακτικών.

Πίνακας 2: Δομή σεναρίου

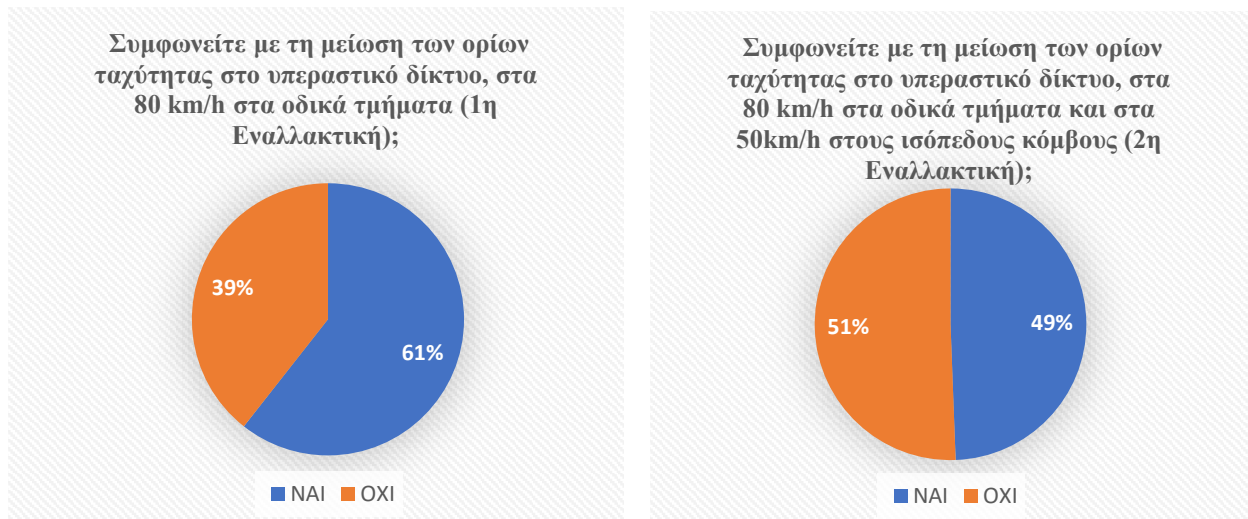
	1 ^η Εναλλακτική	2 ^η Εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (λεπτά)	10	20	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (%)	10%	15%	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	20%	50%	0%

Στην τέταρτη και τελευταία ενότητα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων. Η καταγραφή των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών χρησιμεύει στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος και στο μαθηματικό μοντέλο που πρόκειται να αναπτυχθεί εν συνεχεία. Συγκεκριμένα, προέκυψε ότι η κατανομή του φύλου ήταν ισομοιρασμένη (Άνδρες: 52%, Γυναίκες: 48%) και ότι οι ερωτηθέντες ήταν στην πλειοψηφία τους νέοι έως 35 ετών (18-24 έτη: 41%, 25-34 έτη: 33%, 35-54 έτη: 17%, 55+: 9%).



Σχήμα 1: Γραφήματα από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην έρευνα

Από τα παραπάνω γραφήματα, προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι κυρίως λίγο έως αρκετά ανήσυχος για το ενδεχόμενο να εμπλακούν σε οδικό ατύχημα, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό (64%) αντιλαμβάνεται πως ο αντίκτυπος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων είναι αρκετά σημαντικός.



Σχήμα 2: Γραφήματα από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην έρευνα

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι περίπου το 60% του πληθυσμού που συμμετείχε στην έρευνα αποδέχεται την μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο στα 80 χλμ./ώρα, ενώ με την αυστηρότερη μείωση των ορίων ταχύτητας, δηλαδή και στους ισόπεδους κόμβους, η αποδοχή του μέτρου εμφανίζεται να είναι σχετικά μικρότερη (49%).

3.2 Λογιστική Παλινδρόμηση

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του διωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης (binary model), όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο, όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με περισσότερες εναλλακτικές επιλογές - πολυωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης - (multinomial model). Η λειτουργία της μεθόδου είναι ίδια και για τις δύο περιπτώσεις. Η παρούσα εργασία θα εστιάσει στο πολυωνυμικό μοντέλο, αναλύοντας τα σενάρια, όπου οι επιλογές είναι “1^η εναλλακτική: 80 χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα και 60 χλμ./ώρα στους ισόπεδους κόμβους (καμία αλλαγή)”, “2^η εναλλακτική: 80 χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα και 50 χλμ./ώρα στους ισόπεδους κόμβους” και “Καμία Αλλαγή: 90 χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα και 60 χλμ./ώρα στους ισόπεδους κόμβους”.

Η συνάρτηση χρησιμότητας της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από τη σχέση:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n \quad (2)$$

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- x_1, \dots, x_n , οι μεταβλητές του προβλήματος
- α_0 , η σταθερά που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό μοντέλο
- $\alpha_1 \dots \alpha_n$, οι συντελεστές των μεταβλητών

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}} \quad (3)$$

Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί μιας και χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία, είναι αυτή του λόγου πιθανοτήτων (odds ratio). Πρόκειται για ένα κλάσμα στον αριθμητή του οποίου βρίσκεται η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και στον παρονομαστή η πιθανότητα να μην συμβεί. Αν, λοιπόν, P ορίσουμε την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και 1-P την πιθανότητα να μην συμβεί, τότε η αναλογία είναι P/(1-P). Γενικά:

$$\text{logit}(P) = \log_e = \beta + \beta_x + + \beta_{vx} \quad (4)$$

- Όταν odds >1 οι πιθανότητες αυξάνονται
- Όταν odds <1 οι πιθανότητες μειώνονται

3.3 Ανάλυση Κόστους-Ωφελειών

Η Ανάλυση Κόστους-Ωφελειών ή αλλιώς Cost Benefit Analysis (CBA) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική οικονομικής αξιολόγησης που επιτρέπει να προσδιοριστεί η οικονομική βιωσιμότητα επενδύσεων (Sartori et al., 2014). Λαμβάνοντας υπόψη ότι χρηματο-οικονομική απόδοση ενός έργου ενδέχεται να μην αποτελεί επαρκές δείκτη για την καταλληλότητα της επένδυσης για το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο, έρχεται στο προσκήνιο η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση η οποία αποσκοπεί στον υπολογισμό της αποδοτικότητας του έργου λαμβάνοντας υπόψη τις στρεβλώσεις και τους περιορισμούς στις αγορές (EIB, 2020). Στο πλαίσιο της CBA απαιτείται η σύγκριση πολλαπλών σεναρίων που αντιπροσωπεύουν την κατάσταση με το εξεταζόμενο έργο έναντι ενός βασικού σεναρίου "χωρίς έργο" (Αρχικό Σενάριο Μηδενισμού) (Sartori et al., 2014; EIB, 2020). Στη συνέχεια, συγκρίνονται τα κόστη και τα οφέλη των αξιολογούμενων σεναρίων για να καθοριστεί εάν το έργο αξίζει να πραγματοποιηθεί από την άποψη της κοινωνικής ευημερίας (Sartori et al., 2014).

Τα κόστη και τα οφέλη που προκύπτουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές πρέπει να προεξοφλούνται χρησιμοποιώντας κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης (SDR). Το επιτόκιο SDR αντικατοπτρίζει το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου από μια διαχρονική προοπτική για την κοινωνία στο σύνολό της. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης ίσο με 0.8% (European Commission, 2021).

Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο SDR και αφού έχουν μετατραπεί όλα τα κόστη και οφέλη του έργου σε χρηματικούς όρους, είναι δυνατό να υπολογιστεί η οικονομική απόδοση του έργου με βάση τους εξής δείκτες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014):

Οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία (ENPV): η διαφορά μεταξύ της προεξοφλημένης ωφέλειας και του πορευοφλημένου κόστους. Η επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη όταν ο δείκτης ENPV είναι θετικός. Ο εν λόγω δείκτης υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση.

$$ENPV = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+SDR)^t} - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t}{(1+SDR)^t} \quad (5)$$

Όπου:

B_t, C_t : το οφέλη και κόστη εκφρασμένα σε χρηματικές μονάδες που συμβαίνουν το έτος t της επένδυσης με $t=0,1,\dots,n$

SDR: κοινωνικό επιτόκιο προεξόφλησης

Οικονομικός Δείκτης Εσωτερικής Απόδοσης (ERR): το προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την καθαρή παρούσα αξία των ροών κόστους και οφελών μιας επένδυσης. Το ERR είναι ένας δείκτης που αντικατοπτρίζει τη σχετική αποδοτικότητα μιας επένδυσης και υπολογίζεται από την επίλυση της ακόλουθης σχέσης:

$$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+ERR)^t} - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{C_t}{(1+ERR)^t} = 0 \quad (6)$$

Λόγος Benefits/Costs (B/C): ο λόγος προεξοφλημένων οικονομικών οφελών και του κόστους.

Για να θεωρείται μία επένδυση υπό εξέταση οικονομικά βιώσιμη, θα πρέπει να ικανοποιούνται τα ακόλουθα:

- Ο δείκτης ENPV να είναι θετικός (ENPV>0).
- Ο δείκτης ERR να είναι μεγαλύτερος από το SDR (ERR>SDR).
- Ο λόγος B/C, να είναι μεγαλύτερος από την μονάδα (B/C>1).

Η μεθοδολογία της εν λόγω ανάλυσης στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, βασίζεται στον Οδηγό Ανάλυσης Κόστους Οφέλους Ευρωπαϊκών Επενδυτικών Έργων (Sartori et al., 2014) καθώς και στον Οδηγό για την οικονομική αποτίμηση επενδυτικών έργων στην Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (EIB, 2013). Τέλος, λαμβάνονται υπόψη αναθεωρήσεις και διευκρινήσεις πρόσφατα δημοσιευμένες από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε σύγκριση με όσα αναφέρονται στον οδηγό CBA του 2014 (European Commission, 2021).

4. Αποτελέσματα και Συζήτηση

4.1 Μοντέλο Αποδοχής

Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας εργασίας για τη διερεύνηση της αποδοχής των μετακινούμενων, της μείωσης του ορίου ταχύτητας από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Μετά από μια σειρά αρκετών δοκιμών αναπτύχθηκε, το μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για καθεμία από τις δύο προτεινόμενες εναλλακτικές (δύο συνολικά πολυωνυμικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης) μείωσης ορίου ταχύτητας, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Κύριος σκοπός ήταν ο προσδιορισμός των παραμέτρων που επηρεάζουν την επιλογή μεταξύ των τριών εναλλακτικών υπό διερεύνηση. Οι μεταβλητές θεωρούνται στατιστικά σημαντικές στο τυπικό επίπεδο του 95 %, εκτός από αυτές που εμφανίζονται με '*'.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα πολυωνυμικού μοντέλου αποδοχής του μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας

Μεταβλητές	1 ^η Εναλλακτική			2 ^η Εναλλακτική		
	Συντ.	p-value	Odds ratio	Συντ.	p-value	Odds ratio
Σταθερός Όρος	0,379	0,004	1,461	0,225	0,162*	1,252
Αύξηση Χρόνου Ταξιδιού	-0,038	0,000	0,963	-0,038	0,000	0,963
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου	0,008	0,004	1,008	0,008	0,004	1,008
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων	0,027	0,000	1,027	0,027	0,000	1,027
Εμπειρία Οδήγησης	NA	NA	NA	-0,341	0,000	0,711
Κύριο μέσο μετακίνησης: Δίκυκλο	-0,345	0,009	0,708	-0,442	<0.01	0,643
Κύριο μέσο μετακίνησης: Ταξί	1,491	0,161*	4,442	2,086	0,047	8,053
Κύριο μέσο μετακίνησης: MMM	0,687	0,000	1,988	0,729	0,000	2,073

Καθόλου ή λίγο σημαντικός ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους	-1,385	0,000	0,250	-1,201	0,000	0,301
Καθόλου ή λίγο σημαντικός ο ρόλος των πεζών και των ποδηλάτων στην επιλογή ταχύτητας οδήγησης	0,804	0,000	2,234	1,090	0,000	2,974
Φύλο (αναφορά: Άνδρες)	0,486	0,000	1,626	0,561	0,000	1,752
Ετήσιο Οικογενειακό Εισόδημα 10.000€ - 25.000€	-0,429	0,000	0,651	-0,429	0,001	0,651
Εκπαίδευση: Γυμνάσιο, Λύκειο, Φοιτητής	0,224	0,014	1,251	NA	NA	1,174

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν διάφορα συμπεράσματα τα οποία παρατίθενται ακολούθως. Όσον αφορά την αποδοχή της 1^{ης} αλλά και της 2^{ης} Εναλλακτικής, η αύξηση του χρόνου ταξιδιού κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής μείωσης του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο κατά 4%. Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται ο χρόνος ταξιδιού, η πιθανότητα αποδοχής από τον μετακινούμενο της μείωσης του ορίου ταχύτητας μειώνεται. Αντίστοιχα, η ενδεχόμενη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά μία μονάδα (1%) οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής μείωσης του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο κατά 100%. Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η πιθανότητα μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου, η πιθανότητα αποδοχής του μέτρου αυξάνεται σημαντικά. Εξίσου σημαντική εμφανίζεται να είναι και η αύξηση της αποδοχής των δύο Εναλλακτικών (αύξηση αποδοχής κατά 103%), όταν μειώνεται η πιθανότητα ενδεχόμενης εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με τραυματισμό κατά 1%.

Επιπρόσθετα, οι ερωτώμενοι με έως 9 έτη εμπειρίας οδήγησης έχουν κατά 29% λιγότερες πιθανότητες να αποδεχτούν την μείωση του ορίου ταχύτητας και σε οδικά τμήματα και σε ισόπεδους κόμβους (2η Εναλλακτική), συγκριτικά με αυτούς με μεγαλύτερη εμπειρία, το οποίο μπορεί να είναι λογικό καθώς οι πιο έμπειροι οδηγοί φαίνεται να έχουν κατανοήσει καλύτερα την σημασία της ταχύτητας στην οδική ασφάλεια και επιπλέον οι νέοι οδηγοί έχουν την τάση να οδηγούν με υψηλές ταχύτητες. Όσον αφορά την αποδοχή της μείωσης του ορίου ταχύτητας μόνο στα οδικά τμήματα (1η Εναλλακτική), η εμπειρία οδήγησης φαίνεται να μην παίζει στατιστικά σημαντικό ρόλο.

Οι ερωτώμενοι με κύριο μέσο μετακίνησης το δίκυκλο είναι κατά 29% και 36% λιγότερο πιθανό να συμμορφωθούν στις υπό εξέταση μειώσεις ορίου ταχύτητας που προβλέπονται στην 1^η και 2^η Εναλλακτική αντίστοιχα, σε σχέση με τους μετακινούμενους που χρησιμοποιούν το επιβατικό ΙΧ όχημα ως κύριο μέσο μετακίνησης. Αντιθέτως, αυτοί που χρησιμοποιούν ως κύριο μέσο μετακίνησης ταξί και Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ) είναι πιο πιθανό να αποδεχτούν της μείωση ορίου ταχύτητας.

Αυτοί που δε θεωρούν το ρόλο της ταχύτητας σημαντικό στην πρόκληση των ατυχημάτων, είναι κατά 70-75% λιγότερο πιθανό να αποδεχτούν και να συμμορφωθούν στην μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο κάτι που είναι λογικό. Επίσης, οι ερωτώμενοι που θεωρούν ότι η παρουσία πεζών και ποδηλάτων δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιλογή της ταχύτητας οδήγησής τους, είναι 2 με 3 φορές περισσότερο πιθανό να μην ανταποκριθούν θετικά στην μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να δικαιολογείται από το γεγονός ότι η ευαισθητοποίηση προς τους ευάλωτους χρήστες θα υπάρξει κυρίως από οδηγούς που σέβονται έτσι και αλλιώς τα όρια ταχύτητας και οδηγούν σύμφωνα με αυτά.

Τέλος, όσον αφορά τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, οι γυναίκες φαίνεται να είναι περισσότερο πιθανό να αποδεχτούν την μείωση του ορίου ταχύτητας σε σχέση με τους άνδρες οι οποίοι στην πλειοψηφία τους τείνουν να οδηγούν πιο επικίνδυνα και είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν υψηλότερα ρίσκα στην οδήγησή τους. Οι ερωτώμενοι με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο που αντιπροσωπεύει και τον μικρότερο ηλικιακά πληθυσμό, φαίνεται πως ανταποκρίνονται πιο αρνητικά στη μείωση του ορίου

ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας, συμπεριφορά που γίνεται κατανοητή καθώς οι νεότερης ηλικίας είναι πιο επιπόλαιοι στην οδήγησή τους, οδηγώντας με υψηλότερες ταχύτητες και παίρνουν υψηλότερα ρίσκα επομένως μια μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο θα τους έκανε να πρέπει να υπακούσουν σε χαμηλότερες ταχύτητες οδήγησης.

4.2 Ανάλυση Κόστους-Ωφελειών

Σε αυτήν την ενότητα, πραγματοποιείται η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση στο πλαίσιο της Ανάλυση Κόστους-Οφέλους, για την μείωση του ορίου της ταχύτητας από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας έως το έτος 2030. Για την εκπόνηση της παρούσας ανάλυσης λήφθηκαν υπόψη οι κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (CBA) των επενδυτικών έργων (Sartori et al., 2014). Για το σενάριο μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο εκτιμάται και λαμβάνεται υπόψη το επενδυτικό και λειτουργικό κόστος, καθώς και τα ακόλουθα άμεσα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη:

Πίνακας 3: Πίνακας Κόστη – Οφέλη

Κόστη (€)	Οικονομικές Επιπτώσεις-Οφέλη (€)
K1. Κόστος Επένδυσης (€)	Πλεόνασμα Μετακινούμενων
K1.1 Εκπόνηση μελέτης	B1. Χρόνος ταξιδιού
K1.2 Αγορά και τοποθέτηση πινακίδων	B2. Κατανάλωση Καυσίμου
K1.3 Αγορά και τοποθέτηση καμερών	
K2. Λειτουργικά Κόστη (€)	Οφέλη Εξωτερικών Επιδράσεων
K2.1 Πρόσληψη προσωπικού	B3. Οδική Ασφάλεια
K2.2 Λειτουργία και συντήρηση συστήματος	B4. Εκπομπές CO ₂
K2.3 Ετήσιος έλεγχος καμερών-ηλεκτρονικών	
K2.4 Εκστρατείες ενημέρωσης	
K2.5 Έλεγχος αποτελεσματικότητας μέτρου	

4.2.1 Οικονομικές Επιπτώσεις-Οφέλη

Για τον υπολογισμό των κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων σε όλη την Ελλάδα από την υπό εξέταση μείωση του ορίου της ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο σε 80 χλμ./ώρα, διερευνήθηκε το σενάριο 'S1' που αφορά στην εφαρμογή της εν λόγω μείωσης του ορίου ταχύτητας. Το σενάριο 'S0' αντιπροσωπεύει την υφιστάμενη κατάσταση, δηλαδή την εφαρμογή και λειτουργία του ορίου ταχύτητας των 90 χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα, στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Σκοπός της σύγκρισης των δύο εν λόγω σεναρίων είναι η εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης του σεναρίου μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο καθώς και του οικονομικού οφέλους ή κόστους που προκύπτει από το εν λόγω μέτρο.

Για τη διερεύνηση αποδοχής και συμμόρφωσης στην μείωση του ορίου ταχύτητας από τους οδηγούς ΙΧ επιβατικών οχημάτων, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για την 2^η Εναλλακτική και μέσω του υπολογισμού της συνάρτησης χρησιμότητας, προέκυψε ποσοστό αποδοχής της μείωσης του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο στα 80 χλμ./ώρα στα οδικά τμήματα και 50 χλμ./ώρα στους ισόπεδους κόμβους, ίσο με 57%. Πραγματοποιείται η παραδοχή ότι το πρώτο έτος από την εφαρμογή του εν λόγω μέτρου, η αποδοχή του θα είναι αυτή που προκύπτει από το ερωτηματολόγιο, ενώ από το τρίτο έτος και μετά η αποδοχή του θα έχει φτάσει στο 100%, καθώς απαιτείται ένα χρονικό διάστημα για την ενημέρωση και την ωρίμανση των οδηγών.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα πολυωνυμικού μοντέλου αποδοχής του μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας

Μεταβλητές	Συντ.	p-value	Sign.	
Σταθερός Όρος	0,250	0,004	0.025	*
Αύξηση Χρόνου Ταξιδιού	-0,037	0,000	< 2.2e-16	***
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου	0,008	0,004	0.005	**
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων	0,026	0,000	< 2.2e-16	***

Συντ. Σημαντικότητας: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1

Για την εκτίμηση των επιπτώσεων στην οδική ασφάλεια από την εφαρμογή του υπό εξέταση μέτρου, λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της μείωσης του ορίου ταχύτητας σε 80 χλμ./ώρα στα οδικά ατυχήματα, όπως παρατηρείται σε άλλες πόλεις, σύμφωνα με την βιβλιογραφική ανασκόπηση (βλ. Πίνακα 1). Επομένως, πραγματοποιείται η παραδοχή ότι οι θάνατοι, οι βαριά και οι ελαφρά τραυματίες σε οδικά ατυχήματα, με την 100% αποδοχή μείωσης του ορίου ταχύτητας, πρόκειται να μειωθούν κατά 29%, 16% και 10% αντίστοιχα, σε σχέση με το βασικό σενάριο (S0). Εν συνεχεία, συλλέγεται ο αριθμός βαριά και ελαφρά τραυματιών και θανάτων σε οδικό ατύχημα που έλαβε χώρα το έτος 2019, στο ελληνικό υπεραστικό οδικό δίκτυο (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2023). Αξίζει να σημειωθεί ότι πραγματοποιείται η παραδοχή ότι το έτος 2023, εν αναμονή της ανάκαμψης της χώρας από τις επιπτώσεις της πανδημίας του COVID-19, η οδική ασφάλεια προβλέπεται ότι θα βρίσκεται στα ίδια περίπου επίπεδα με την οδική ασφάλεια όπως καταγράφηκε το έτος 2019. Με σκοπό τον υπολογισμό του κόστους της οδικής ασφάλειας, αξιοποιείται το κοινωνικό κόστος ανά θάνατο (2.148.034€), βαριά (273.574€) και ελαφρά τραυματία (51.372€), όπως έχει υπολογιστεί για την Ελλάδα (ITF, 2020). Τέλος, θεωρείται ότι η οδική ασφάλεια βελτιώνεται ετησίως κατά 2,5%, ποσοστό που έχει προκύψει από την αξιολόγηση των δεδομένων οδικής ασφάλειας ανά έτος για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για την εκτίμηση της αξίας του χρόνου ταξιδιού έχει γίνει η διάκριση μεταξύ των μετακινήσεων με σκοπό την εργασία και των μετακινήσεων με άλλο σκοπό δεδομένου του διαφορετικού μοναδιαίου κόστους (ευρώ/ώρα) (Sartori et al., 2014). Συγκεκριμένα, όσον αφορά την Ελλάδα, η τιμή του χρόνου εργασίας ανέρχεται στα 11,4 €/ώρα, ενώ η τιμή του χρόνου που δεν αφορά την εργασία εκτιμάται στα 4,10 €/ώρα (European Commission, 2019). Στην παρούσα εργασία, θεωρείται ότι η αξία χρόνου ταξιδιού στο υπεραστικό δίκτυο της Ελλάδας είναι ίση με 7,75 €/ώρα. Για την εκτίμηση της επίπτωσης στον χρόνο ταξιδιού εκφρασμένη σε χρηματικές μονάδες, λόγω της εφαρμογής του υπό εξέταση μέτρου, υπολογίζεται ο χρόνος ταξιδιού που ξοδεύεται κατ’ έτος σε κάθε σε κάθε Σενάριο συνυπολογίζοντας τις ετήσιες οχηματο-ώρες χωρίς (S0) και με την μείωση του ορίου ταχύτητας (S1) (Systema, 2022), επί την αξία του χρόνου ταξιδιού (7,75 €/ώρα), επί την μέση πλήρωση επιβατικού οχήματος (1,3 άτομα ανά όχημα) σε υπεραστικό οδικό δίκτυο. Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, λαμβάνεται υπόψη αύξηση του χρόνου ταξιδιού κατά 2% λόγω της μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 80 χλμ./ώρα σε υπεραστικό οδικό δίκτυο, συγκριτικά με το (S0).

Η κατανάλωση βενζίνης από τον ελληνικό στόλο επιβατικών οχημάτων στο σενάριο S0 προκύπτει από τα οχηματο-χιλιόμετρα (Systema, 2022) και την κατανάλωση καυσίμου (ισοδυναμία με βενζίνη) (λίτρο/χλμ.) για τα επιβατικά οχήματα (Yang και Bandivadekar, 2017). Για την πρόβλεψη της κατανάλωσης καυσίμου έως το έτος 2030 λαμβάνονται υπόψη οι στόχοι κατανάλωσης καυσίμου ενός καινούριου επιβατικού οχήματος, όπως έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία λαμβάνεται υπόψη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου λόγω της μείωσης του υπό εξέταση ορίου ταχύτητας κατά 3%. Αναμφίβολα, ένας ιδιαίτερα κρίσιμος παράγοντας για την κοινωνικο-οικονομική ανάλυση, είναι η τιμή της βενζίνης. Στις αρχές του 2022, η μέση τιμή της βενζίνης στην Ελλάδα ανήλθε στα 2,05€/λίτρο. Ωστόσο, η τιμή της βενζίνης που πρέπει να συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς της κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης πρέπει να είναι

απαλλαγμένη από φόρους και τέλη (Sartori et al., 2014). Με βάση τον οδηγό του ACEA (ACEA, 2021) η τιμή της βενζίνης μετά την αφαίρεση του τέλους ρυθμιστικής αρχής ενέργειας, του κρατικού τέλους, των τελωνειακών τελών και του ΦΠΑ ανέρχεται στα 0,9€/λίτρο. Ταυτόχρονα, δεδομένου ότι οι τιμές των καυσίμων επηρεάζονται από διάφορους τεχνικούς, πολιτικούς και οικονομικούς παράγοντες, η πρόβλεψη των τιμών τους με την πάροδο του χρόνου αποτελεί δύσκολο εγχείρημα και επομένως γίνεται μία παραδοχή μείωσης σύμφωνα με προβλέψεις από διεθνείς οργανισμούς (EIA, 2022; The World Bank, 2022).

Για τον υπολογισμό των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εφαρμογή της μείωσης του ορίου ταχύτητας, λαμβάνονται υπόψη οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η επίδραση των εκπομπών CO₂ λόγω της κυκλοφορίας των επιβατικών οχημάτων στην Ελλάδα για την υφιστάμενη κατάσταση (S0) προκύπτει από το έτος 2023, ένα επιβατικό όχημα εκπέμπει κατά μέσο όρο 142 γρ. CO₂/οχηματο-χιλιόμετρο (EEA, 2022). Οπότε η κατανάλωση εκπεμπόμενων ρύπων για τα επιβατικά οχήματα προκύπτει από τα οχηματο-χιλιόμετρα που διανύονται ανά έτος στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της χώρας (Systema, 2022) και από τα γραμμάρια CO₂ που εκπέμπονται κατά μέσο όρο από ένα επιβατικό όχημα. Το κόστος των εκπεμπόμενων ρύπων CO₂ σε επίπεδο υπεραστικού δικτύου, υπολογίζεται από τα οχηματο-χιλιόμετρα που διανύονται ανά έτος στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της χώρας επί το μοναδιαίο κόστος CO₂ (€/γρ.), το οποίο ανέρχεται για το έτος 2023 στα 131€/γρ. και αυξάνεται σταδιακά μέχρι την τιμή 250 €/γραμ.CO₂ το 2030 (European Commission, 2021). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (βλ. Πίνακα 1), λαμβάνεται υπόψη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CO₂ κατά 3% λόγω της υπό εξέταση μείωσης του ορίου ταχύτητας (ONISR, 2020).

4.2.2 Κόστος επένδυσης και λειτουργικό κόστος

Για τον καθορισμό των απαραίτητων δεικτών οικονομικής απόδοσης απαιτείται ο υπολογισμός του κόστους επένδυσης καθώς και του λειτουργικού κόστους. Το κόστος επένδυσης αποτελεί το αρχικό κόστος που απαιτείται ώστε να επιτευχθεί η εφαρμογή του μέτρου. Σε αυτό συμπεριλαμβάνεται το κόστος που απαιτείται για την εκπόνηση της μελέτης, ώστε να επιλεγθούν οι σωστές θέσεις τοποθέτησης των καμερών και των πινακίδων, όπως και τα κόστη αγοράς νέων λογισμικών ειδικών για την εξασφάλιση της βέλτιστης οδικής ασφάλειας.

Τα κόστη για την κατακόρυφη σήμανση αποτελούνται από την αγορά νέων πινακίδων, στύλων καθώς και την τοποθέτησή αυτών και αποξήλωση των παλαιών. Ο απαιτούμενος συνολικός αριθμός πινακίδων εκτιμάται στις 8.000 πινακίδες για το σύνολο του ελληνικού υπεραστικού δικτύου. Η τοποθέτηση σήμανσης αποσκοπεί στην ενημέρωση και υπενθύμιση των οδηγών για το νέο όριο ταχύτητας. Επιπλέον, κρίνεται απαραίτητη η αγορά και τοποθέτηση νέων καμερών και καμερών-ραντάρ που θα χρησιμεύσουν στην ομαλή εφαρμογή και αποτελεσματικό έλεγχο του μέτρου. Μαζί με την αγορά τους, συμπεριλαμβάνεται το κόστος εγκατάστασής τους, τα λογισμικά συστήματα που απαιτούνται και όλος ο πρόσθετος λειτουργικός εξοπλισμός, όπως η ασύρματη επικοινωνία, τα καλώδια, οι κάρτες κ.ά. Επίσης, με σκοπό την όσο το δυνατόν καλύτερη αποτελεσματικότητα του μέτρου κρίθηκε απαραίτητη η τοποθέτηση των καμερών ανά 8 χιλιόμετρα (Max Cameron, Stuart Newstead, 2021).

Για την λειτουργία του μέτρου απαιτείται πρόσληψη νέου προσωπικού στην αστυνομία-τροχαία όπου θα ελέγχει την τήρηση του νέου ορίου ταχύτητας. Ο αναλυτικός υπολογισμός του προσωπικού που χρειάζεται για την εφαρμογή του μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο, ο υπολογισμός βαρδιών και ανθρωποωρών ανά βάρδιες, πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την έρευνα του Yannis et al. (2005). Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη η δημιουργία κέντρων ενημέρωσης πολιτών που έχουν τον ρόλο της συγκέντρωσης απόψεων και παραπόνων, ώστε να υπάρχει συνεχής ανατροφοδότηση της γνώμης των χρηστών της οδού.

Στο λειτουργικό κόστος εμπεριέχεται το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος τήρησης του νέου ορίου ταχύτητας, δηλαδή της κατακόρυφης σήμανσης. Επίσης, απαιτείται επανέλεγχος των καμερών και όλων των ηλεκτρονικών μέσων ώστε να διασφαλίζεται η εύρυθμη λειτουργία του συστήματος και ένας διετής έλεγχος που συμπεριλαμβάνει έρευνα πεδίου, ώστε να ελέγχεται η αποτελεσματικότητα του μέτρου. Τέλος, είναι αναγκαίες οι εκστρατείες ενημέρωσης στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, ώστε να υπάρξει ομαλή ένταξη και ενημέρωσης των πολιτών στο νέο όριο ταχύτητας.

4.2.3 Οικονομική Απόδοση

Στο πλαίσιο της κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης για την μείωση του ορίου ταχύτητας στα 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας έως το 2030, εκτιμήθηκε το κόστος επένδυσης, το λειτουργικό κόστος για το κάθε έτος λειτουργίας και αντίστοιχα τα συνολικά κοινωνικο-οικονομικά κόστη και οφέλη. Για την αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης της μείωσης του εν λόγω μέτρου, εκτιμήθηκαν η οικονομική καθαρή παρούσα αξία (ENP), ο οικονομικός δείκτης εσωτερικής απόδοσης (ERR) και ο λόγος B/C. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα κόστη και οφέλη της επένδυσης καθώς και η οικονομική απόδοση αυτής έως το έτος 2030.

Πίνακας 5: Κοινωνικοοικονομική Ανάλυση εφαρμογής του ορίου ταχύτητας των 80χλμ/ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Οφέλη και Κόστη	ΚΠΑ (0,8%)	Υλοποίηση	Λειτουργία						
K1. Κόστος Επένδυσης	χιλ.€	-122,000	-122,976	-	-	-	-	-	-
K1.1 Μελέτη		-744	-750	-	-	-	-	-	-
K1.2 Κόστος πινακίδων		-1,617	-1,630	-	-	-	-	-	-
K1.3 Κόστος καμερών		-119,639	-120,596	-	-	-	-	-	-
K2. Λειτουργικό Κόστος	χιλ.€	-27,655	-3,573	-3,593	-3,573	-3,593	-3,573	-3,593	-3,573
K2.1 Προσωπικό		-21,277	-2,756	-2,756	-2,756	-2,756	-2,756	-2,756	-2,756
K2.2 Λειτουργία συστήματος		-2,316	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300
K2.3 Ετήσιος έλεγχος συστήματος καμερών		-772	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
K2.4 Εκστρατείες ΜΜΕ		-3,088	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400
K2.5 Διετής έλεγχος αποτελεσματικότητας		-77	-	-20	-	-20	-	-20	-
K2.5 Συντήρηση σήμανσης		-126	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
Κόστη (K1+K2)	χιλ.€	-149,655	-126,549	-3,593	-3,573	-3,593	-3,573	-3,593	-3,573
Οικονομικές Επιπτώσεις-Οφέλη									
Πλεόνασμα μετακινούμενων	χιλ.€	-170	-12	-17	-23	-23	-24	-25	-26
B1. Χρόνος Διαδρομής		-311	-24	-34	-43	-43	-44	-44	-45
B2. Κατανάλωση Καυσίμου		141	12	17	20	20	20	20	19
Εξωτερικές Επιδράσεις	χιλ.€	320,598	31,762	43,925	53,785	41,624	41,522	41,471	39,221
B3 Οδική Ασφάλεια		320,538	31,758	43,919	53,777	41,617	41,514	41,463	39,212
B4 Εκπομπές CO ₂		59	4	6	7	8	8	9	9
Οφέλη (B1+B2+B3+B4)	χιλ.€	320,428	31,750	43,908	53,762	41,601	41,498	41,447	39,196
NPV	χιλ.€	170,773	-94,798	40,315	50,189	38,009	37,926	37,854	35,623
IRR		39.1%							
B/C Ratio		2.14							

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ο δείκτης ENPV ανέρχεται περίπου στα 171 εκατομμύρια € έως το 2030, με το κέρδος αναφορικά με την κοινωνική ευημερία να παρατηρείται από το πρώτο έτος. Ταυτόχρονα, ο δείκτης ERR=39,1% είναι μεγαλύτερος του κοινωνικού επιτοκίου αναγωγής SDR (0.8%), γεγονός που υποδηλώνει την οικονομική αποδοτικότητα της υπό εξέταση επένδυσης. Τέλος, ο λόγος B/C είναι μεγαλύτερος της μονάδας, κάτι που επιβεβαιώνει την κοινωνικο-οικονομική βιωσιμότητα του μέτρου σε βάθος χρόνου.

5. Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται τα βασικότερα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας, από την εφαρμογή του ορίου ταχύτητας των 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό οδικό δίκτυο που αφορούν τόσο στην αποδοχή του μέτρου από τους Έλληνες μετακινούμενους, όσο και στην οικονομική βιωσιμότητα του.

Συγκεκριμένα, περίπου το 60% των Ελλήνων μετακινούμενων αποδέχεται την μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο στα 80 χλμ/ώρα, ενώ με την αυστηρότερη μείωση των ορίων ταχύτητας, δηλαδή και στους ισόπεδους κόμβους, η αποδοχή του μέτρου εμφανίζεται να είναι σχετικά μικρότερη (49%). Η επιλογή οποιασδήποτε εναλλακτικής μείωσης του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο εξαρτάται κυρίως από τρεις παράγοντες: την αύξηση του χρόνου διαδρομής, τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τη μείωση της πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό. Η αύξηση του χρόνου ταξιδιού μειώνει την πιθανότητα αποδοχής του μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας, ενώ η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου αυξάνει την πιθανότητα αποδοχής του. Η μείωση της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με τραυματισμό οδηγεί σε αύξηση της αποδοχής του μέτρου. Οι οδηγοί με μικρή οδηγική εμπειρία, με κύριο μέσο το δίκυκλο, και οι άντρες εμφανίζουν λιγότερες πιθανότητες να αποδεχτούν και να συμμορφωθούν στην υπο εξέταση μείωση του ορίου ταχύτητας.

Η μείωση του ορίου ταχύτητας από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό δίκτυο της χώρας, έχει σημαντικό θετικό αντίκτυπο στη μείωση των οδικών ατυχημάτων, στη μείωση εκπομπών CO₂ και γενικότερα θετικό αντίκτυπο στην κοινωνία. Η μείωση του ορίου ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο στα 80 χλμ./ώρα προβλέπεται ότι σε βάθος δετίας θα οδηγήσει σε 136 λιγότερους νεκρούς, 55 βαριά τραυματίες και 486 ελαφρά τραυματίες οδηγοί και επιβάτες επιβατικών οχημάτων, οι οποίοι μπορεί να είναι πολύ περισσότεροι εάν ληφθούν υπόψη και οι υπόλοιποι τύποι οχημάτων και οι πεζοί. Επίσης, εκτιμάται ότι οδηγεί στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 163 χιλιάδες λίτρα και στη μείωση ρύπων CO₂ κατά 324 τόνους. Αξίζει να τονιστεί ότι το σημαντικότερο οικονομικό όφελος προκύπτει λόγω της μείωσης των οδικών ατυχημάτων το οποίο ανέρχεται συνολικά περίπου στα 320 εκατομμύρια € σε βάθος δετίας.

Η μείωση του ορίου ταχύτητας από 90 χλμ./ώρα σε 80 χλμ./ώρα στο υπεραστικό δίκτυο της χώρας, αποτελεί μία οικονομικά ανταποδοτική και πολύ επωφελή για την κοινωνία επέμβαση εφόσον τα απαιτούμενα λειτουργικά κόστη και το κόστος επένδυσης είναι σημαντικά χαμηλότερα συγκριτικά με τα οφέλη που προκύπτουν στα 8 χρόνια λειτουργίας του. Συγκεκριμένα, η Οικονομική Καθαρή Παρούσα Αξία ENPV είναι θετική και ανέρχεται στα 171 εκατομμύρια € ενώ ο Οικονομικός Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης ERR είναι ίσος με 39,1% επιβεβαιώνοντας την αρκετά υψηλή οικονομική απόδοση της επένδυσης.

Από τις προηγούμενες αναλύσεις παρατηρήθηκε ότι ενώ η αύξηση του χρόνου ταξιδιού παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποδοχή της μείωσης του ορίου ταχύτητας, η οδική ασφάλεια αποτελεί καθοριστικότερο παράγοντα. Επομένως, η εφαρμογή του μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας φαίνεται να έχει καταρχάς σημαντικό ποσοστό αποδοχής από τους μετακινούμενους, και έτσι κρίνεται απαραίτητη η εξέταση εφαρμογής κατάλληλων νομοθετικών ρυθμίσεων και ενός γενικότερου

ολοκληρωμένου σχεδίου δράσης εκ μέρους της Πολιτείας, με βασικό στόχο την ομαλή ένταξη του νέου μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας στους κανονισμούς της οδικής κυκλοφορίας.

6. Αναφορές-Βιβλιογραφία

- Aarts, L., & Van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215-224.
- De Pauw, E., Daniels, S., Thierie, M., & Brijs, T. (2014). Safety effects of reducing the speed limit from 90 km/h to 70 km/h. *Accident Analysis & Prevention*, 62, 426-431. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.05.003>
- Elvik, R. (2012). Speed limits, enforcement, and health consequences. *Annual review of public health*, 33, 225-238. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031811-124634>
- Elvik, R., Christensen, P. and Amundsen, A.H., (2004). Speed and road accidents: an evaluation of the Power Model. *Transportøkonomisk Institutt*.
- European Commission, (2019). Handbook on the external costs of transport. Version 2019 – 1.1
- European Commission, (2021). Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications.
- European Environmental Agency (EEA), (2022). CO₂ performance of new passenger cars in Europe.
- French road safety observatory (ONISR), (2020). Final evaluation of 80 km/h speed limit on single carriageway roads outside built-up areas.
- International Transportation Forum (ITF), (2018). Speed and Crash Risk.
- ITF, 2020. Road Safety Report. Greece. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/greece-road-safety.pdf>
- ITF, 2020. Road Safety Report. Greece. www.itf-oecd.org/sites/default/files/greece-road-safety.pdf
- Jin, J., & Rafferty, P. (2021). How the speed limit policy affects travel speed?: Quasi-experimental approach. *Transport policy*, 103, 2-10. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.003>
- Lopez-Aparicio, S., Grythe, H., Thorne, R.J. and Vogt, M., 2020. Costs and benefits of implementing an Environmental Speed Limit in a Nordic city. *Science of the Total Environment*, 720, p.137577.
- National Technical University of Athens Road Safety Observatory (NRSO), official website, 2022. nrso.ntua.gr/data/
- Nilsson, G. (1982). Effects of speed limits on traffic accidents in Sweden.
- SYSTEMA, (2022). Transport Planning & Engineering Consultants Ltd.
- WHO, 2021. Road traffic injuries. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- World Health Organization. (2007). Global Status Report on Road Safety.
- ΕΛ.ΣΤΑΤ., (2019). Αριθμός παθόντων οδηγών και επιβατών στο Υπεραστικό Οδικό Δίκτυο της Ελλάδας το 2019 ανά σοβαρότητα και τύπο οχήματος.
- EIA (U.S. Energy Information Administration), 2022. SHORT-TERM ENERGY OUTLOOK. eia.gov/outlooks/steo/marketreview/crude.php
- The World Bank, 2022. Food and Energy Price Shocks from Ukraine War Could Last for Years. worldbank.org/en/news/press-release/2022/04/26/food-and-energy-price-shocks-from-ukraine-war