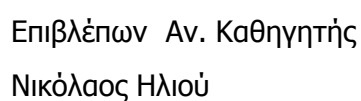


# Συγκοινωνιακή Υποδομή Συμβατή με Ηλικιωμένους Χρήστες Οδού



ΒΟΛΟΣ 2010



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:** *"Μεταπτυχιακό Δίπλωμα*

*Ειδίκευσης (ΜΔΕ) στην Εφαρμοσμένη Μηχανική και Προσομοίωση Συστημάτων"*

---

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# **Συγκοινωνιακή Υποδομή Συμβατή με Ηλικιωμένους Χρήστες Οδού**

**ΜΑΥΡΙΔΟΥ ΙΩΑΝΝΑ**

A.M. 37713

Επιβλέπων Αν. Καθηγητής:

**Νικόλαος Ηλιού**

**ΒΟΛΟΣ 2010**



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στα προβλήματα των ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού και στην απαρίθμηση των αλλαγών που μπορούν να γίνουν σε μια υπάρχουσα συγκοινωνιακή υποδομή, αλλά και των μέτρων εκείνων που είναι καλό να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό νέων τμημάτων, για να μπορούν οι ηλικιωμένοι χρήστες να κινούνται με μεγαλύτερη ασφάλεια.

Καθώς το ποσοστό των ηλικιωμένων αυξάνεται συνεχώς, αυξάνεται και το ποσοστό των ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού, δηλαδή τόσο των οδηγών, όσο και των πεζών και ποδηλατών. Μέσα από βιβλιογραφική έρευνα διαπιστώθηκε ο αυξημένος κίνδυνος που έχουν οι ηλικιωμένοι χρήστες σε ένα οδικό σύστημα. Οι άνθρωποι μεγάλης ηλικίας παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα κατά την γήρανσή τους, τα οποία εκδηλώνονται με τη φθορά της σωματικής, αισθητήριας καθώς και της νοητικής ικανότητας.

Αποτελέσματα από έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν, έχουν εντοπίσει τις δυσκολίες που συναντούν οι ηλικιωμένοι στην συγκοινωνιακή υποδομή, όπως οι κόμβοι, οι αυτοκινητόδρομοι και οι υπεραστικές οδοί, κλπ.

Στην εργασία αυτή έγινε μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των παραπάνω προβλημάτων καθώς και των λύσεων που προτείνονται ώστε η συγκοινωνιακή υποδομή να είναι συμβατή με τους ηλικιωμένους.

Τέλος, γίνεται μια αναφορά σε άλλα μέτρα – λύσεις εκτός της συγκοινωνιακής υποδομής, που αν ληφθούν υπόψη θα βοηθήσουν και αυτά με τη σειρά τους για τη ασφάλεια των ηλικιωμένων.

## **ABSTRACT**

The present study is focusing on the elderly group of our society and the problems they are facing when using the present road infrastructures. This research was undertaken in order to identify and list out all the changes that could be applied both in the existing road infrastructure and also at the early design stages of new roadway sections, which are necessary in order to provide a more secure transportation standard for the elderly.

It has become apparent nowadays that as the percentage of elderly people increases the percentage of elderly road users also increases, which includes elderly drivers, pedestrians and cyclists. Through extensive bibliographic research the increased risk that the elderly users are facing within the present road systems it was identified. People tend to face special problems with old age which materialize through profound degeneration and impairing of the physical abilities, senses and mental skills.

Results from past researches have detected several of the difficulties that the elderly are facing within the road infrastructure system such as the road junctions, the motorways and the overpasses, etc.

Part of this research was aiming to categorize the abovementioned problems and also provide plausible solutions in order to improve the road infrastructure so as to become user friendly for the older group and minimize their risk.

Finally, this study proposes a series of other measures – solutions outside the infrastructure road and design that should be considered and if applied they could provide tremendous help towards this special group of our society.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και αποτελεί το τελικό στάδιο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (ΜΔΕ) στην Εφαρμοσμένη Μηχανική και Προσομοίωση Συστημάτων.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νίκο Ηλιού που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ευαίσθητο θέμα που αφορά τους ηλικιωμένους και την ασφάλειά τους και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του στη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Διδάκτορα κα Σοφία Βαρδάκη για την άμεση απόκρισή της και βοήθειά της.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον σύζυγό μου και στην οικογένειά μου για την συνεχή βοήθεια, υποστήριξη και υπομονή τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους προϊστάμενους μου και τους συναδέλφους μου για την συμπαράστασή τους.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT .....	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	viii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
2. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΜΙΑΣ ΟΔΟΥ .....	3
2.1 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΟΔΗΓΩΝ.....	4
2.2 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΠΕΖΩΝ .....	9
2.3 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ .....	10
3. ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΙΚΙΑ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ.....	12
4. ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΚΑΙ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΙ.....	15
4.1 ΚΟΜΒΟΙ .....	17
4.1.1 Ισοπέδοι κόμβοι .....	17
4.1.2 Ανισόπεδοι Κόμβοι .....	31
4.2 ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ .....	33
4.3 ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΙ .....	41
4.3.1 Οριζόντια και κατακόρυφη καμπυλότητα μιας οδού.....	41
4.3.2 Ζώνες προσπέρασης .....	44
4.4 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ .....	47
4.5 ΙΣΟΠΕΔΕΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΒΑΣΕΙΣ.....	49
5. ΛΥΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΘΑ ΒΟΗΘΗΣΟΥΝ ΤΟΥΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ.....	53
5.1 ΚΟΜΒΟΙ .....	54

5.1.1	Ισόπεδοι κόμβοι .....	54
5.1.2	Ανισόπεδοι κόμβοι .....	80
5.2	ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ .....	83
5.3	ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΙ .....	85
5.4	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ .....	88
5.5	ΙΣΟΠΕΔΕΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΒΑΣΕΙΣ .....	89
6.	ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ .....	93
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	100



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας 2.1 Ηλικιακός διαχωρισμός οδηγών που ενεπλάκησαν σε ατυχήματα στο διάστημα 1989–1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998).....</i>	<i>5</i>
<i>Πίνακας 2.2 Συμμετοχή των ηλικιακών ομάδων σε ατυχήματα ανά 1000 κατοίκους και 1000 οδηγούς με άδεια οδήγησης στο διάστημα 1989–1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998).....</i>	<i>6</i>
<i>Πίνακας 2.3 Συμμετοχή των ηλικιακών ομάδων σε ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια διανυόμενα χιλιόμετρα στο διάστημα 1989–1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998). ....</i>	<i>7</i>
<i>Πίνακας 5.1 Μείωση ατυχημάτων σε κόμβους όπου διαμορφώθηκε λωρίδα για αριστερές στροφές (NCHRP, 2006) .....</i>	<i>61</i>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<i>Σχήμα 1.1 Πληθυσμός κατά ηλικία και φύλο, το 2000 και το 2050, σε ποσοστό του συνολικού πληθυσμού σε κάθε ομάδα (Πηγή OECD population pyramids in 2000 and 2050) .....</i>	<i>2</i>
<i>Σχήμα 2.1 Συμμετοχή σε ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια διανυόμενα χιλιόμετρα στο διάστημα 1989 έως 1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998). .....</i>	<i>8</i>
<i>Σχήμα 2.2 Θνησιμότητα πεζών ανά πληθυσμό 100000, για μεμονωμένες ομάδες μεταξύ των εθνών του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) το 1997... 9</i>	
<i>Σχήμα 2.3 Ποσοστά ατυχημάτων με ποδηλάτες. Πηγή: Υπουργείο Μεταφορών, Δημοσίων Έργων και Διαχείρισης Υδάτων, Ολλανδία (SWOV, 2009) .....</i>	<i>10</i>
<i>Σχήμα 4.1 Θανατηφόρες συγκρούσεις στους κόμβους ανά ηλικιακή ομάδα (2004) (United States Government Accountability Office, 2007) .....</i>	<i>18</i>
<i>Σχήμα 4.2 Περιπτώσεις λοξότητας σε κόμβους (APBANITHS N., 2010).....</i>	<i>21</i>
<i>Σχήμα 4.3 Η λοξότητα σε έναν κόμβο αυξάνει την διανυόμενη απόσταση και την ταχύτητα των αυτοκινήτων που πραγματοποιούν μια στροφή (Metropolitan Planing Organization, 2006) .....</i>	<i>23</i>
<i>Σχήμα 4.4 Ποσοστό συμμετοχής σε ατυχήματα με πολλαπλά οχήματα, λόγω ελιγμών πριν την σύγκρουση .....</i>	<i>35</i>
<i>Σχήμα 4.5 Ποσοστό συμμετοχής σε ατυχήματα με δυο οχήματα, λόγω ελιγμών πριν την σύγκρουση.....</i>	<i>35</i>
<i>Σχήμα 4.6 Ποσοστό συμμετοχής ανά παράγοντα συμβολής ατυχήματος με εμπλοκή δυο οχημάτων .....</i>	<i>36</i>
<i>Σχήμα 4.7 Ποσοστό συμμετοχής ανά παράγοντα συμβολής ατυχήματος λόγω αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας ή συγχώνευσης στην κυκλοφορία με εμπλοκή δυο οχημάτων .....</i>	<i>37</i>
<i>Σχήμα 4.8 Ποσοστό συμμετοχής ανά τύπο σύγκρουσης σε ατυχήματα με εμπλεκόμενο ένα όχημα .....</i>	<i>38</i>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικόνα 3.1 Φυσιολογική όραση.....</i>	<i>13</i>
<i>Εικόνα 3.2 Όραση με καταρράκτη.....</i>	<i>13</i>
<i>Εικόνα 4.1 Προσομοίωση των ικανοτήτων των ηλικιωμένων μέσω της στολής AGNES (Πηγή: <a href="http://agelab.mit.edu/unique-tools-methods">http://agelab.mit.edu/unique-tools-methods</a>).....</i>	<i>15</i>
<i>Εικόνα 4.2 Οι πεζοί έχουν την πλάτη τους γυρισμένη στα αυτοκίνητα που στρίβουν (Metropolitan Planing Organization, 2006).....</i>	<i>24</i>
<i>Εικόνα 4.3 Ακολουθούμενη ιδεατή διαδρομή οχημάτων σε αριστερή στροφή: 1 = είσοδος στο ρεύμα αντίθετης κυκλοφορίας, 2, 3 και 4 = επιτυχής στροφή από διαφορετικά σημεία μέσα στον κόμβο και 5 = αριστερή στροφή από σημείο όπου απαιτείται μεγαλύτερη από 90 μοίρες στροφή ώστε το όχημα να εισέλθει στη διασταύρωση (Staplin, 2001b) .....</i>	<i>26</i>
<i>Εικόνα 4.4 Υπερπληροφόρηση σε ισόπεδο κόμβο στο δρόμο Καλαμάτας – Πύργου (4 Προορισμοί).....</i>	<i>29</i>
<i>Εικόνα 4.5 Υπερπληροφόρηση σε ισόπεδο κόμβο στο δρόμο Καλαμάτας – Πύργου (5 Προορισμοί).....</i>	<i>29</i>
<i>Εικόνα 4.6 Ασφαλή και μη ασφαλή οριζόντια καμπυλότητα μιας οδού (Texas Department of Transportation) .....</i>	<i>42</i>
<i>Εικόνα 4.7 Ασφαλή και μη ασφαλή κατακόρυφη καμπυλότητα μιας οδού (Texas Department of Transportation).....</i>	<i>44</i>
<i>Εικόνα 4.8 Προσπέραση σε απαγορευμένη περιοχή (Project151.org / Site dedicate to improve the safety on Routes 151 &amp; 6 in Nelson County, Virginia / Date of access 05.09.2010) .....</i>	<i>45</i>
<i>Εικόνα 4.9 Ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση χωρίς μπάρες και φωτεινή σηματοδότηση (Εφημερίδα Ελευθεροτυπία 26.07.10).....</i>	<i>50</i>
<i>Εικόνα 4.10 Πινακίδες κινδύνου K-36 και K-37 για άμεση γειτονία με αφύλακτη ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση .....</i>	<i>51</i>

<i>Εικόνα 5.1 Αποκατάσταση τυπικών μορφών (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης, Σημειώσεις μαθήματος: Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Συγκοινωνιακά Συστήματα: Υποδομή, Ν. Ηλιού).</i>	55
<i>Εικόνα 5.2 Τροποποίηση χάραξης για αλλαγή γωνίας συμβολής (Federal Highway Administration).</i>	55
<i>Εικόνα 5.3 Τρίγωνα ορατότητας προσέγγισης (ΚΟΛΑ Ε., 2009)</i>	57
<i>Εικόνα 5.4 Τρίγωνα ορατότητας αναχώρησης (ΚΟΛΑ Ε., 2009)</i>	57
<i>Εικόνα 5.5 Η εικόνα αντικατοπτρίζει πώς οι αλλαγές στην κατακόρυφη στοίχιση μπορεί να επηρεάσουν την εξ αποστάσεως ορατότητα. Ακόμα και μικρές αλλαγές μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο (NCHRP, 2006)</i>	58
<i>Εικόνα 5.6 Στάθμευση κοντά σε μια διασταύρωση (NCHRP, 2006)</i>	58
<i>Εικόνα 5.7 Η χρήση των ακουστικών ταινιών πριν την προσέγγιση σε έναν κόμβο θα επιστήσσει την προσοχή του οδηγού (NCHRP, 2006)</i>	59
<i>Εικόνα 5.8 Τοποθέτηση ξεχωριστού φωτεινού σηματοδότη για τον έλεγχο των αριστερών στροφών (Web source: <a href="http://www.mysouthborough.com/2010/01/07/good-question-whos-responsible-for-traffic-lights-in-town">http://www.mysouthborough.com/2010/01/07/good-question-whos-responsible-for-traffic-lights-in-town</a>)</i>	61
<i>Εικόνα 5.9 Κόμβος με διαμορφωμένη λωρίδα για αριστερές στροφές εξόδου (NCHRP, 2006)</i>	62
<i>Εικόνα 5.10 Τυπικά σχήματα λωρίδων για αριστερή στροφή εξόδου (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης, Σημειώσεις μαθήματος: Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Συγκοινωνιακά Συστήματα: Υποδομή, Ν. Ηλιού).</i>	63
<i>Εικόνα 5.11 Μετατόπιση (Positive offset) και μη (No offset) λωρίδων αριστερής στροφής εξόδου (European Commission, 2009).</i>	64
<i>Εικόνα 5.12 Ισόπεδος κόμβος με μετατοπισμένη τη λωρίδα αριστερής στροφής (NCHRP, 2006)</i>	64
<i>Εικόνα 5.13 Μικρού μήκους τμήμα αναμονής για την εκτέλεση αριστερής στροφής (FREEMARK Υ., 2009)</i>	65
<i>Εικόνα 5.14 Διοχέτευση της κυκλοφορίας στο έρεισμα στους κόμβους μορφής T (NCHRP, 2006)</i>	66

<i>Εικόνα 5.15 Διαμόρφωση αριστερής λωρίδας επιτάχυνσης σε υπεραστικές οδούς με διαχωρισμένα οδοστρώματα (NCHRP, 2006) .....</i>	<i>67</i>
<i>Εικόνα 5.16 Μεγαλύτερου μεγέθους ρυθμιστικών πινακίδων και πινακίδων κινδύνου και με μεγαλύτερη αντανάκλαστικότητα είναι περισσότερο εμφανείς από τους ηλικιωμένους (United States Government Accountability Office, 2007) .....</i>	<i>68</i>
<i>Εικόνα 5.17 Βελτιώσεις σε μια διασταύρωση για την ασφαλέστερη κίνηση των ηλικιωμένων χρηστών (United States Government Accountability Office, 2007) .....</i>	<i>72</i>
<i>Εικόνα 5.18 Βελτιώσεις σε μια διασταύρωση με φωτεινούς σηματοδότες για την ασφαλέστερη κίνηση των ηλικιωμένων χρηστών (United States Government Accountability Office, 2007) .....</i>	<i>73</i>
<i>Εικόνα 5.19 Μείωση των σημείων εμπλοκής σε έναν κυκλικό κόμβο (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης, Σημειώσεις μαθήματος: Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Συγκοινωνιακά Συστήματα: Υποδομή, Ν. Ηλιού).....</i>	<i>75</i>
<i>Εικόνα 5.20 Διαβάσεις πεζών σε έναν κυκλικό κόμβο (Πηγή: Arizona Department of Transportation <a href="http://www.azdot.gov/ccpartnerships/roundabouts/history.asp">http://www.azdot.gov/ccpartnerships/roundabouts/history.asp</a>) .....</i>	<i>76</i>
<i>Εικόνα 5.21 Προτεινόμενη προειδοποιητική σηματοδότηση προσέγγισης ενός κυκλικού κόμβου (Lord et al., 2007) .....</i>	<i>77</i>
<i>Εικόνα 5.22 Προτεινόμενη πληροφόρηση λωρίδων κυκλοφορίας σε έναν κυκλικό κόμβο (Lord et al., 2007) .....</i>	<i>77</i>
<i>Εικόνα 5.23 Προτεινόμενη χρήση πληροφοριακής πινακίδας κατεύθυνσης στη κεντρική νησίδα (Lord et al., 2007) .....</i>	<i>78</i>
<i>Εικόνα 5.24 Προτεινόμενη χρήση πινακίδα παροχής υποχρεωτικής προτεραιότητας που θα πρέπει να τοποθετείται και στις δυο πλευρές του δρόμου κατά την προσέγγιση σε έναν κυκλικό κόμβο .....</i>	<i>78</i>
<i>Εικόνα 5.25 Προτεινόμενη πινακίδα εξόδου η οποία περιέχει πληροφορίες για την ονομασία της οδού και την κατεύθυνση προς την οποία βρίσκεται η οδός. Η πινακίδα αυτή τοποθετείται στην διαχωριστική νησίδα για μεγαλύτερη κατανόηση (Lord et al., 2007) .....</i>	<i>79</i>

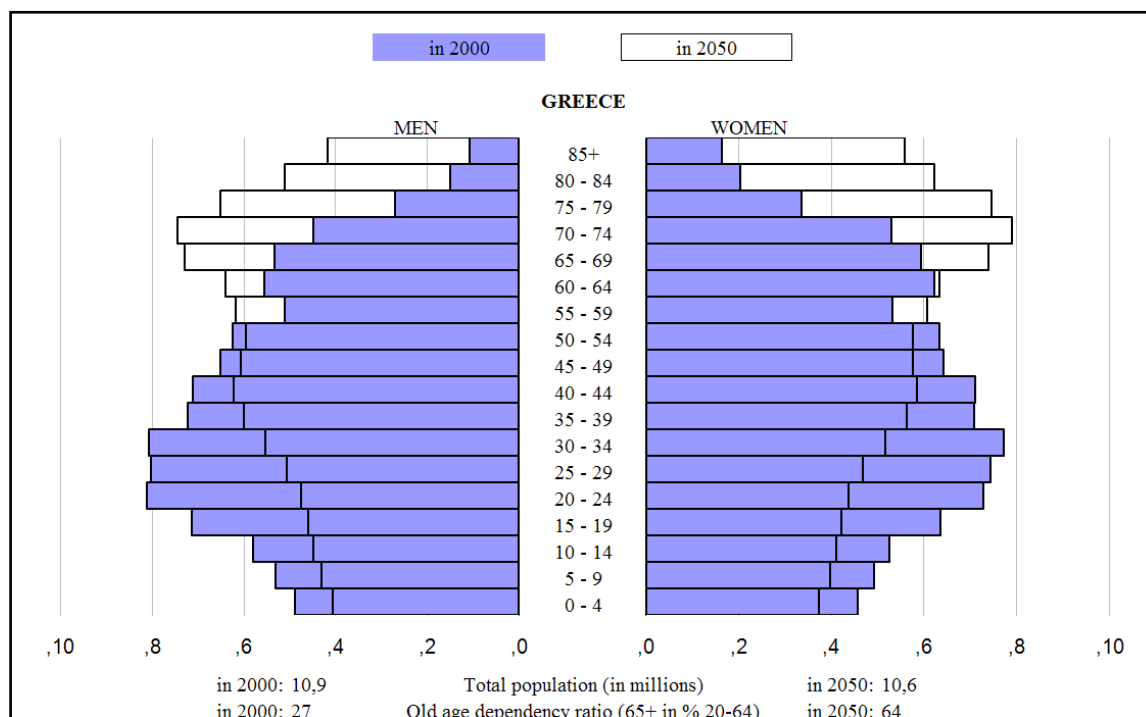
<i>Εικόνα 5.26 Η τροποποίηση της κατακόρυφης πινακίδας σήμανσης ώστε ο αριθμός των βελών που εμφανίζονται στην πινακίδα να αντιστοιχεί στον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας (Staplin, 2001a).....</i>	<i>81</i>
<i>Εικόνα 5.27 Η οριοθέτηση των σημείων εξόδου ενός ανισόπεδου κόμβου (Staplin, 2001a) .....</i>	<i>81</i>
<i>Εικόνα 5.28 Λωρίδες επιτάχυνσης (Staplin, 1998) .....</i>	<i>82</i>
<i>Εικόνα 5.29 Πινακίδες σήμανσης σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις στον κόσμο (Πηγή Wikipedia_Crossbuck).....</i>	<i>89</i>
<i>Εικόνα 5.30 Πινακίδες σήμανσης (πινακίδες κινδύνου) σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις στην Ελλάδα (Πηγή: ΣΗΜΑ Α.Β.Ε.Ε.).....</i>	<i>90</i>
<i>Εικόνα 5.31 Χρήση λευκής λωρίδας υψηλής φωτεινότητας (retroreflective sheeting) με ελάχιστο πλάτος 50 mm (2 in) στις πινακίδες κινδύνου ισόπεδης σιδηροδρομικής διάβασης στις ΗΠΑ (Staplin, 2001a, Alberta Transportation).....</i>	<i>90</i>
<i>Εικόνα 5.32 Επιπρόσθετη χρήση ρυθμιστικής πινακίδας υποχρεωτικής διακοπής λωρίδας ή υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας (Πηγή: ΚΕ.Θ.Ε.Υ.Ο και Alberta Transportation) .....</i>	<i>91</i>
<i>Εικόνα 5.33 Χρήση οριοδεικτών με ανακλαστήρα σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις σε αγροτικούς δρόμους που δεν φωτίζονται (Staplin, 2001a).....</i>	<i>92</i>
<i>Εικόνα 6.1 Miss Daisy .....</i>	<i>94</i>
<i>Εικόνα 6.2 Miss Rosie .....</i>	<i>95</i>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι κοινά αποδεκτό, ότι οι ηλικιωμένοι αποτελούν τη ταχύτερα αυξανόμενη ομάδα του παγκόσμιου πληθυσμού και άρα θα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών μιας οδού από ποτέ. Για παράδειγμα το 2008, 34 εκατομμύρια ή το 13 τοις εκατό του συνολικού πληθυσμού στις ΗΠΑ, ήταν ηλικίας μεγαλύτερης από 65 ετών. Το 2007 υπήρχαν 31 εκατομμύρια ηλικιωμένοι οδηγοί, δηλαδή υπήρξε μια αύξηση της τάξεως των 19 τοις εκατό των ηλικιωμένων οδηγών από το 1997. Αντίθετα, ο συνολικός αριθμός των οδηγών όλων των ηλικιών αυξήθηκε μόνο κατά 13 τοις εκατό από το 1997 έως το 2007. Οι ηλικιωμένοι οδηγοί αποτελούσαν το 15 τοις εκατό του συνόλου των οδηγών το 2007 σε σύγκριση με το 14 τοις εκατό το 1997, και σύμφωνα με την Εθνική Διοίκηση Ασφάλειας των Αυτοκινητοδρόμων στις ΗΠΑ το ποσοστό αυτό αναμένεται να φτάσει στο 25% το 2030 (NHTSA's National Center for Statistics and Analysis, 2008). Αντίστοιχα είναι τα μεγέθη και στις περισσότερες, αν όχι σε όλες, χώρες στον κόσμο. Σε όλα τα μέλη-κράτη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Organisation for Economic Co-operation and Development) μέλος του οποίου αποτελεί και η Ελλάδα, αναμένεται το 2030 ένας στους τέσσερις ανθρώπους να είναι πάνω από 65 ετών, ενώ μέχρι το 2050, ο πληθυσμός των ανθρώπων πάνω από 80 ετών αναμένεται να τριπλασιαστεί (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2001).

Ειδικά στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία από τον ίδιο οργανισμό ο συνολικός πληθυσμός αναμένεται να μειωθεί μέχρι το 2050 από 10,9 εκατομμύρια το 2000, στα 10,6 εκατομμύρια. Παρόλα αυτά το ποσοστό των ηλικιωμένων θα αυξηθεί και μάλιστα ο αριθμός των ηλικιωμένων πάνω από 85 ετών σχεδόν θα τετραπλασιαστεί. Στο διάγραμμα που ακολουθεί διακρίνεται ότι ενώ οι ηλικιωμένοι πάνω από 65 ετών αποτελούσαν το 27 τοις εκατό του πληθυσμού σε σχέση με τους ανθρώπους ηλικίας από 20 έως 64 ετών το 2000, το ποσοστό αυτό αναμένεται να φτάσει στο 64 τοις εκατό 2050.

Σχήμα 1.1 Πληθυσμός κατά ηλικία και φύλο, το 2000 και το 2050, σε ποσοστό του συνολικού πληθυσμού σε κάθε ομάδα (Πηγή OECD population pyramids in 2000 and 2050)



Σε ένα λοιπόν περιβάλλον που το ποσοστό των ηλικιωμένων συνεχώς αυξάνεται, θα πρέπει το οδικό σύστημα, δηλαδή ο σχεδιασμός και η λειτουργία των δρόμων και των αυτοκινητόδρομων, ο σχεδιασμός των οχημάτων και οι άδειες οδήγησης, να προσαρμοστούν με τις ανάγκες και τις ικανότητες των ηλικιωμένων ανθρώπων, για να καταστεί επιτρεπτό οι ηλικιωμένοι χρήστες των οδών (πεζοί, ποδηλάτες και οδηγοί) να ανταποκριθούν στις ανάγκες μετακίνησής τους με μεγαλύτερη ασφάλεια.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να προβάλλει τον αυξημένο κίνδυνο των ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού, να αναπτύξει τα προβλήματα που προκύπτουν αναπόφευκτα στους ανθρώπους κατά την γήρανση και εκδηλώνονται με τη φθορά της σωματικής, αισθητήριας καθώς και της νοητικής ικανότητας, να παρουσιάσει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν καθημερινά οι άνθρωποι της τρίτης ηλικίας κατά την χρήση του οδικού δικτύου και να προτείνει λύσεις – αλλαγές στην συγκοινωνιακή υποδομή που θα βοηθήσουν και θα διευκολύνουν τους ηλικιωμένους. Τέλος, θα γίνει μια αναφορά σε άλλα μέτρα – λύσεις εκτός της συγκοινωνιακής υποδομής που αν ληφθούν υπόψη θα βοηθήσουν και αυτά με τη σειρά τους για τη ασφάλεια των ηλικιωμένων χρηστών.



## **2. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΜΙΑΣ ΟΔΟΥ**

Με την αύξηση του ποσοστού των ηλικιωμένων, αυξάνεται ταυτόχρονα και ο αριθμός των ηλικιωμένων χρηστών του οδικού δικτύου. Και λέγοντας χρήστες οδικού δικτύου εννοούμε τόσο τους οδηγούς οποιουδήποτε οχήματος, άλλα και τους πεζούς και τους ποδηλάτες. Οι περισσότεροι ηλικιωμένοι οδηγοί έχουν το προφανές πλεονέκτημα ότι λόγω της ηλικίας τους, είναι εξαιρετικά έμπειροι. Μεγαλύτερη εμπειρία στην οδήγηση, θα πρέπει να συνεπάγεται και αυξημένη ικανότητα πρόβλεψης της εξέλιξης των πιθανών επικίνδυνων καταστάσεων σε πρώιμο στάδιο από μερικές μικρές ενδείξεις και κατά συνέπεια, αντίδρασης κατά τον δέοντα τρόπο, χωρίς περαιτέρω καθυστέρηση. Είναι λογικό μέσα από την εξάσκηση, η αντίδραση σε αυτές τις γνωστές καταστάσεις να αναμένεται να βελτιστοποιηθεί και να γίνει πιο σταθερή, πιο ακριβή και πιο γρήγορα εκτελέσιμη. Αλλά αυτό ισχύει για τους ηλικιωμένους οδηγούς μόνο σε περιορισμένο βαθμό. Οι ηλικιωμένοι χρήστες μιας οδού χρειάζονται περισσότερες πληροφορίες πριν αποφασίσουν, και λαμβάνουν τις αποφάσεις τους με πιο αργούς ρυθμούς, ιδιαίτερα σε συνθήκες ανασφάλειας και πολυπλοκότητας. Φαίνεται να θέλουν να ελέγχουν τις πράξεις τους συνεχώς και είναι ακριβώς αυτό το οποίο έρχεται σε αντιπαράθεση με την ευέλικτη προσοχή, αναγκαία για την προετοιμασία των επόμενων ενεργειών (Holland, 2001). Έρευνες που έχουν γίνει για όλες τις κατηγορίες ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού δεν παρουσιάζουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την ασφάλεια τόσο των ηλικιωμένων οδηγών αλλά και των ηλικιωμένων πεζών και ποδηλατιστών.

## 2.1 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΟΔΗΓΩΝ

Αν και συνήθεις μετρήσεις για την εκτίμηση των κινδύνων ατυχήματος, δεν μπορούν να παράσχουν πειστικά συμπεράσματα σχετικά με το πώς η συμμετοχή του οδηγού σε ένα ατύχημα ποικίλει ανάλογα με την ηλικία (Vardaki S., 2008), υπάρχουν έρευνες που δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι πιο πιθανό να εμπλακούν σε θανατηφόρα ατυχήματα με βάση τα χιλιόμετρα που οδηγούν σε σύγκριση με τους νέους οδηγούς.

Συγκεκριμένα μελέτη που έχει διεξαχθεί από τους Ryan, Legge and Rosman (Ryan et al., 1998), σχετικά με το ποσοστό της εμπλοκής σε συγκρούσεις των οδηγών στην Δυτική Αυστραλία σε σχέση με την ηλικία και το φύλο, έδειξε ότι ενώ στο 35 τοις εκατό των συγκρούσεων εμπλέκονται οδηγοί ηλικίας κάτω από 25 ετών σε σύγκριση με το 3 τοις εκατό για οδηγούς ηλικίας από 70 ετών και άνω, όταν λαμβάνεται υπόψη η απόσταση που διανύει κάθε ηλικιακή ομάδα, οι τιμές για την εμπλοκή των οδηγών πάνω από την ηλικία των 75 γίνονται τόσο υψηλές, όσο αυτές που αφορούν στους οδηγούς που ανήκουν στην νεαρότερη ηλικιακή ομάδα. Αναλυτικά, ο πληθυσμός που εξετάστηκε ήταν όλοι οι οδηγοί των αυτοκινήτων, των οχημάτων μορφής "station wagon" και παρόμοιων τύπων που ενεπλάκησαν σε υλικές ζημιές, τραυματισμούς και θανατηφόρα ατυχήματα, τα οποία αναφέρθηκαν στην αστυνομία της Δυτικής Αυστραλίας από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1989 έως τις 31 Δεκεμβρίου 1992. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ηλικιακή ομάδα 20-24 ετών είναι αυτή που έχει τη μεγαλύτερη συχνότητα συντριβής. Για την αναγωγή της παραπάνω συχνότητας συντριβής σε ποσοστό συμμετοχής ανά ηλικιακή κατηγορία, θεωρήθηκε ως καλύτερος τρόπος η χρήση της μέσης απόστασης που διανύει κάθε ηλικιακή ομάδα, ώστε κάθε οδηγός να έχει την ίδια έκθεση σε έναν κίνδυνο συντριβής. Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται (i) ο αριθμός των οδηγών ανά ηλικιακή ομάδα που ενεπλάκησαν σε ατυχήματα στο διάστημα 1989 έως 1992 σύμφωνα με την έρευνα (Πίνακας 2.1), (ii) το ποσοστό συμμετοχής κάθε ομάδας σε συμπλοκές, αναγόμενο σε 1000 κατοίκους και σε 1000 οδηγούς με δίπλωμα οδήγησης (Πίνακας 2.2) και τέλος (iii) τη συμμετοχή των ηλικιακών ομάδων σε συμπλοκές ανά 100 εκατομμύρια διανυόμενα χιλιόμετρα (Πίνακας 2.3).

Πίνακας 2.1 Ηλικιακός διαχωρισμός οδηγών που ενεπλάκησαν σε ατυχήματα στο διάστημα 1989–1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998).

Ηλικιακές ομάδες	Αριθμός εμπλεκόμενων	
	n	(%)
17-19	28,455	12.0
20-24	33,760	14.2
25-29	23,034	9.7
30-34	18,886	8.0
35-39	17,009	7.2
40-44	15,505	6.5
45-49	11,354	4.8
50-54	8,222	3.5
55-59	6,544	2.8
60-64	5,238	2.2
65-69	4,101	1.7
70-74	2,758	1.2
75-79	1,751	0.7
80 και άνω	1,074	0.5
Άγνωστοι	59,544	25.1
Σύνολο	237,235	100.0

Πίνακας 2.2 Συμμετοχή των ηλικιακών ομάδων σε ατυχήματα ανά 1000 κατοίκους και 1000 οδηγούς με άδεια οδήγησης στο διάστημα 1989–1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998).

Συμμετοχή των ηλικιακών ομάδων σε ατυχήματα με βάση τον πληθυσμό και πληθυσμό με άδεια οδήγησης		
Ηλικιακές ομάδες	Συμμετοχή ανά 1000 κατοίκους ανά χρόνο	Συμμετοχή ανά 1000 κατοίκους με άδεια
17-19	88.55	123.90
20-24	63.69	72.79
25-29	42.13	45.86
30-34	34.17	36.40
35-39	32.20	34.30
40-44	31.14	33.33
45-49	29.71	31.76
50-54	26.55	30.45
55-59	25.14	28.88
60-64	21.19	28.23
65-69	18.90	25.40
70-74	17.38	23.73
75-79	13.88	46.41
80 και άνω	8.27	29.80

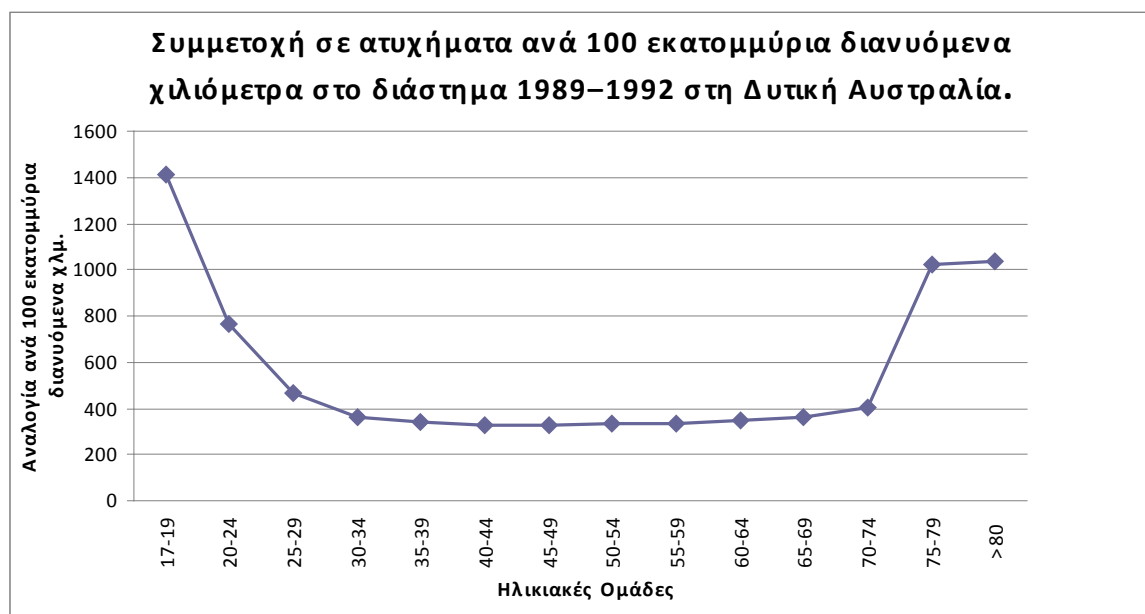
Πίνακας 2.3 Συμμετοχή των ηλικιακών ομάδων σε ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια διανυόμενα χιλιόμετρα στο διάστημα 1989–1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998).

Ηλικιακές ομάδες	Συμμετοχή σε ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια διανυόμενα
17-19	1414.36
20-24	766.24
25-29	467.97
30-34	360.39
35-39	339.57
40-44	329.95
45-49	329.10
50-54	330.94
55-59	333.92
60-64	348.46
65-69	362.87
70-74	402.16
75-79	1019.95
80 και άνω	1038.18

Όπως φαίνεται λοιπόν τόσο στον πίνακα 2.3, όσο και στο διάγραμμα του σχήματος 2.1 που ακολουθεί, η αναλογία συμμετοχής σε ατυχήματα ανά  $10^8$  χιλιόμετρα (100 εκατομμύρια χιλιόμετρα) είναι υψηλότερη στις ηλικίες 17 με 19 ετών, πέφτει ραγδαία στις ηλικίες των 30 με 34 ετών και παραμένει σταθερή έως την ηλικιακή ομάδα των 60-64 ετών, όπου μετά υπάρχει μια σταδιακή αύξηση έως την ηλικία των 75-79, όπου το ποσοστό είναι συγκρίσιμο με αυτό των νεότερων ηλικιών.

Αν επίσης λάβουμε υπόψη μας ότι η συγκεκριμένη έρευνα βασίστηκε σε ατυχήματα που έγιναν κατά την διάρκεια 1989 – 1992 και ότι από το 1992 έως και σήμερα ο αριθμός των ηλικιωμένων έχει αυξηθεί σημαντικά, μπορεί κάποιος να αντιληφθεί πια θα είναι σήμερα η εξέλιξη του παρακάτω διαγράμματος.

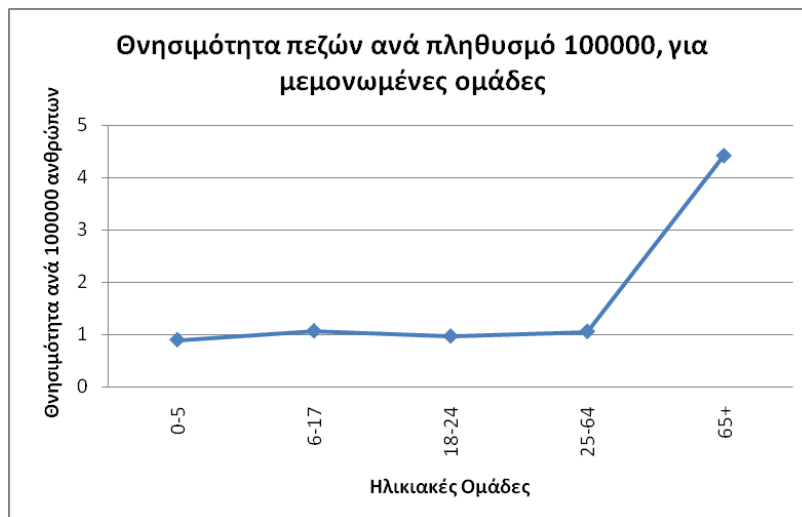
Σχήμα 2.1 Συμμετοχή σε ατυχήματα ανά 100 εκατομμύρια διανυόμενα χιλιόμετρα στο διάστημα 1989 έως 1992 στη Δυτική Αυστραλία (Ryan et al., 1998).



## 2.2 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΠΕΖΩΝ

Έρευνα που έχει γίνει για την ασφάλεια των ηλικιωμένων πεζών από τους Oxley, Fildes και Dewar (Oxley, 1999) και παρουσιάστηκε σε συνέδριο με θέμα τις μεταφορές σε μια γηράσκουσα κοινωνία που έλαβε μέρος στην Μέριλαντ των Ηνωμένων Πολιτειών το 1999, έδειξε ότι οι ηλικιωμένοι χρήστες του οδικού δικτύου, παρόλο που δεν αποτελούν ακόμη μείζον πρόβλημα της οδικής ασφάλειας όσον αφορά τον αριθμό τους στις περισσότερες δυτικές κοινωνίες, σε σύγκριση με τους νεότερους χρήστες του οδικού δικτύου εμπλέκονται σε πολύ πιο σοβαρό τραυματισμό και θανατηφόρες συγκρούσεις ανά άτομο. Ιδίως οι ηλικιωμένοι πεζοί αποτελούν μία από τις πλέον ευάλωτες ομάδες χρηστών των οδών. Στις περισσότερες χώρες, οι ηλικιωμένοι πεζοί έχουν σημαντικά αυξημένο κίνδυνο θανάτου σε ατυχήματα, σε σύγκριση με τους νεότερους πεζούς. Το διάγραμμα του σχήματος 2.2 δείχνει ότι οι πεζοί ηλικίας 65 ετών και άνω αποτελούν την πλειοψηφία σε θανατηφόρα ατυχήματα, σε σύγκριση με νεαρότερες ηλικιακές ομάδες, στις περισσότερες χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ π.χ. Αυστραλία, Ιταλία, Ιαπωνία, Ισπανία).

Σχήμα 2.2 Θνησιμότητα πεζών ανά πληθυσμό 100000, για μεμονωμένες ομάδες μεταξύ των εθνών του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) το 1997.

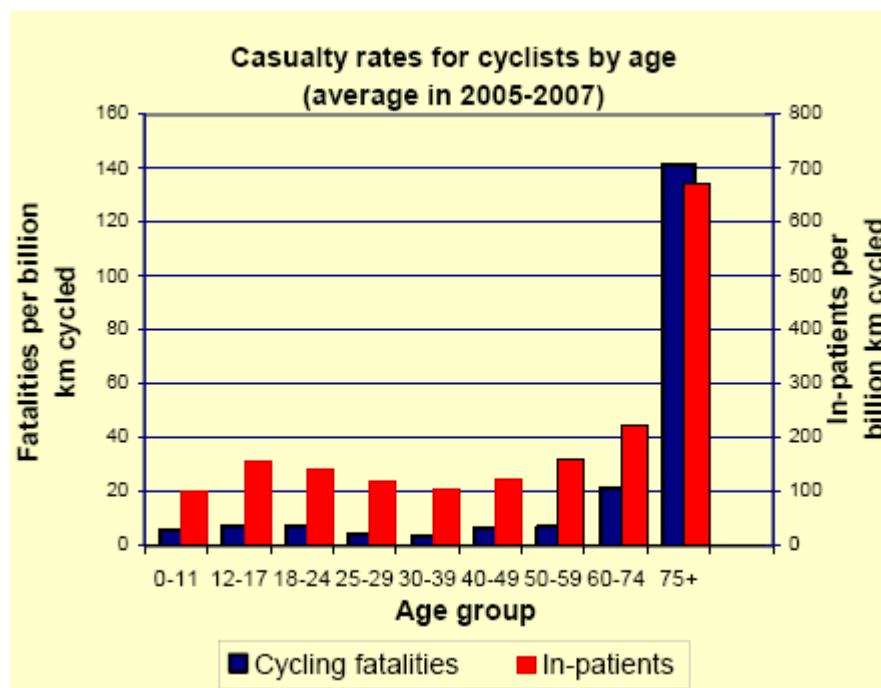


## 2.3 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ

Οι ποδηλάτες είναι ευάλωτοι στην κυκλοφορία. Στις Κάτω Χώρες, για παράδειγμα, σύμφωνα με ένα ενημερωτικό δελτίο από την SWOV (Ινστιτούτο Έρευνας για την Εθνική Οδική Ασφάλεια στην Ολλανδία) (SWOV, 2009), πολλά ατυχήματα με ποδήλατα συμβαίνουν στις ηλικιακές ομάδες 12 - 17 ετών και άνω των 60. Όταν ο αριθμός των θυμάτων συγκριθεί με τον αριθμό των χιλιομέτρων που διανύουν οι ομάδες αυτές, μπορούμε να δούμε ότι οι ποδηλάτες ηλικίας 75 ετών και άνω διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο θανατηφόρου τραυματισμού ή εισαγωγής στο νοσοκομείο ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης με εμπλεκόμενα μέσα τα ποδήλατα. Τα περισσότερα ατυχήματα που αφορούν ποδηλάτες συμβαίνουν σε αστικές περιοχές, συχνότερα κατά την διασταύρωση ποδηλάτου και αυτοκινητού.

Στην Ολλανδία σύμφωνα με το παραπάνω ενημερωτικό δελτίο, στην περίοδο 2005-2007 η πλειοψηφία των ποδηλατών που απεβίωσαν ήταν ηλικίας 75 ετών και άνω, ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός των τραυματιών ήταν ηλικίας 12-17 και 64-74 ετών. Στο σχήμα 2.3 παρουσιάζεται το ποσοστό των θανάτων και των τραυματισμών των ποδηλατιστών ανά ηλικιακή ομάδα, αναγόμενο στον αριθμό των διανυόμενων χιλιομέτρων με ποδήλατο κάθε ηλικιακής ομάδας για την εξεταζόμενη περίοδο.

Σχήμα 2.3 Ποσοστά ατυχημάτων με ποδηλάτες. Πηγή: Υπουργείο Μεταφορών, Δημοσίων Έργων και Διαχείρισης Υδάτων, Ολλανδία (SWOV, 2009)





Μία εξήγηση για το υψηλό ποσοστό ατυχημάτων των ηλικιωμένων ανθρώπων με ποδήλατο είναι η μεγαλύτερη ευπάθειά τους συγκριτικά με τους νεότερης ηλικίας ποδηλάτες . Λόγω της μεγάλης ηλικίας, έχουν και περισσότερες πιθανότητες να υποστούν σοβαρότερους τραυματισμούς από ότι οι άνθρωποι νεότερης ηλικίας, ακόμη και σε ατυχήματα ίδιας σοβαρότητας.

Ο κίνδυνος λοιπόν των ανθρώπων προχωρημένης ηλικίας για ατυχήματα, τραυματισμούς αλλά και θνησιμότητα ανά χιλιόμετρα οδήγησης είναι μεγάλος όπως επίσης είναι μεγάλος και ο κίνδυνος των ηλικιωμένων ως απλοί χρήστες των οδών. Παρόλα αυτά η οδήγηση είναι πολύ σημαντική σε πολλούς ηλικιωμένους, καθώς αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στο δικαίωμά τους για μια ανεξάρτητη ζωή και φυσικά η καθημερινή χρήση των οδών από τους ηλικιωμένους (είτε ως πεζοί είτε ως ποδηλάτες) είναι αναμφίβολα στην καθημερινότητα όλων. Ας μη ξεχνάμε επίσης ότι τα ηλικιωμένα άτομα σήμερα είναι υγιέστερα, πλουσιότερα, και με πολύ μεγαλύτερη κινητικότητα από τους μεγαλύτερους ενηλίκους του παρελθόντος. Σε αναγνώριση του γηραιού του πληθυσμού ως χρήστη της οδού και των δυνητικών συνεπειών του για την ασφάλεια των δρόμων μας, πολλά κράτη έχουν αρχίσει την υλοποίηση και την υιοθέτηση προγραμμάτων για τη βελτίωση της ασφάλειας των ηλικιωμένων χρηστών του οδικού δικτύου. Σε πολλές περιπτώσεις έχουν γίνει συνεργασίες και με άλλους φορείς και με οργανώσεις του ιδιωτικού τομέα. Οι προσπάθειες αυτές έχουν προσανατολισθεί στη βελτίωση του οδικού περιβάλλοντος για να φιλοξενήσει καλύτερα τους ηλικιωμένους χρήστες του οδικού δικτύου, βοηθώντας τους ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας να είναι ασφαλέστεροι οδηγοί και πεζοί, εντοπίζοντας και βοηθώντας τους επικίνδυνους οδηγούς, καθώς και παρέχοντας καλύτερη εναλλακτική μεταφορά για τα άτομα που είναι ανίκανα να οδηγούν (Transportation Research Board, 2009). Η κατανόηση των προβλημάτων που αποκτούν οι άνθρωποι μεγαλώνοντας και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν κατά την χρήση του οδικού συστήματος εξαιτίας αυτών των προβλημάτων, όπως περιγράφονται στα παρακάτω κεφάλαια, είναι η αρχή για να βρεθούν οι λύσεις εκείνες που θα βελτιώσουν το οδικό περιβάλλον.

### **3. ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΙΚΙΑ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ**

Οι αλλαγές που παρουσιάζονται αναπόφευκτα κατά τη γήρανση εκδηλώνονται με τη φθορά της σωματικής, αισθητήριας καθώς και της νοητικής ικανότητας (SWOV, 2008a, Ontario Ministry of Transportation, 2010).

Οι σωματικές αλλαγές που οφείλονται στη γήρανση περιλαμβάνουν μείωση της μυϊκής μάζας και της επάρκειας του κυκλοφορικού και αναπνευστικού συστήματος. Μειώσεις της αντοχής, της ευλυγισίας και μιας σειράς από κινήσεις που έχουν προκληθεί από αρθριτικά ή άλλες καταστάσεις μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά στην οποιαδήποτε χρήση των οδών. Η έλλειψη ευλυγισίας επιδρά στη ικανότητα των ηλικιωμένων να:

- Ελέγχουν το τυφλό σημείο του οπτικού πεδίου κατά την οδήγηση
- Παρακολουθούν την κίνηση και τους πεζούς σε μια διασταύρωση
- Εισέρχονται σε οδούς με κυκλοφορία
- Παραχωρούν σωστά προτεραιότητα, πραγματοποιούν οπισθοπορεία και στάθμευση
- Δισχίσουν έναν δρόμο γρήγορα

Επίσης προβλήματα προκαλεί η έλλειψη δύναμης στα άκρα. Στα μεν χέρια ο έλεγχος του τιμονιού είναι απαραίτητος ειδικά σε καταστάσεις που απαιτούν γρήγορες και άμεσες κινήσεις, στα δε πόδια η χρήση του πεντάλ του φρένου και του γκαζιού ειδικά σε καταστάσεις που απαιτούν γρήγορη δράση.

Οι αλλαγές στην αντίληψη και κυρίως η μείωση της όρασης είναι πολύ κρίσιμη λαμβάνοντας υπόψη ότι αποτελεί κυρίαρχο λόγο, καθώς το 90 τοις εκατό των πληροφοριών για τους χρήστες των οδών λαμβάνεται οπτικά. Η μείωση της οπτικής οξύτητας μπορεί να προκαλέσει δυσκολίες και προβλήματα στους ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας όπως:

- Δε βλέπουν καθαρά (ιδιαίτερα το πρωί ή αργά το βράδυ)
- Δεν υπολογίζουν σωστά αποστάσεις

- Έχουν μειωμένη ευαισθησία αντίθεσης
- Έχουν μεγαλύτερη ευαισθησία στην αντηλιά

Μερικά από τα αποτελέσματα των παραπάνω μπορεί να είναι η δυσκολία στην ανάγνωση των πινακίδων σήμανσης, ο μη έγκυρος εντοπισμός των πεζών σε περιπτώσεις χαμηλού φωτισμού καθώς και η δυσκολία στον εντοπισμό της λωρίδας κυκλοφορίας όπου η οριζόντια σήμανση έχει φθαρεί. Απόδειξη των παραπάνω προβλημάτων όρασης των ηλικιωμένων οδηγών φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Στην εικόνα 3.1 απεικονίζεται μια πινακίδα όπως την βλέπει ένας οδηγός με φυσιολογική ευαισθησία στην αντίθεση, ενώ στην εικόνα 3.2 απεικονίζεται η ίδια πινακίδα όπως την βλέπει ένας οδηγός με καταρράκτη, μια πάθηση κοινή καθώς οι άνθρωποι γερνούν (Laura Stanley, 2004).

Εικόνα 3.1 Φυσιολογική όραση

(Πηγή <http://www.tfhr.gov/pubrds/mayjun99/olddrvrs.htm>)



Εικόνα 3.2 Όραση με καταρράκτη

(Πηγή <http://www.tfhr.gov/pubrds/mayjun99/olddrvrs.htm>)



Οι αντανεκλαστικές λειτουργίες είναι ίσως από τα στοιχεία που αλλάζουν χαρακτηριστικά με το πέρασμα των χρόνων. Η λειτουργική μνήμη, η επιλεκτική προσοχή και η ταχύτητα επεξεργασίας των πληροφοριών, είναι τα στοιχεία αυτά που επηρεάζονται περισσότερο από φυσικό ρυθμό γήρανσης. Η μείωση της μνήμης κάνει δύσκολη την επεξεργασία πληροφοριών, ιδιαίτερα αν ο όγκος των πινακίδων σήμανσης είναι υπερβολικός. Προβλήματα μνήμης επίσης, δυσκολεύουν στην ερμηνεία των πινακίδων σήμανσης μεταβλητών μηνυμάτων. Η επιλεκτική προσοχή, δυσκολεύει τους ηλικιωμένους στο να απομονώσουν τις σημαντικές πληροφορίες όταν βρίσκονται αντιμέτωποι με ένα ευρύ φάσμα πινακίδων σήμανσης. Η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών επηρεάζει την αντίληψη και το χρόνο αντίδρασης, ειδικά σε καταστάσεις όπου η άμεση απόκριση απαιτεί επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων (π.χ. πάτημα φρένου ή αλλαγή κατεύθυνσης κίνησης).

Φαίνεται λοιπόν ξεκάθαρα ότι η ηλικία έχει μεγάλη επίδραση στις ικανότητες των ανθρώπων και επομένως στην ικανότητά τους οδηγούν και γενικότερα να "υπάρχουν" στους δρόμους με ασφάλεια. Για το λόγο αυτό, πρέπει να γίνει κατανοητό αρχικά ποια είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ευάλωτοι χρήστες μιας οδού, και ειδικότερα οι ηλικιωμένοι, και σε δεύτερο στάδιο να γίνει μια προσπάθεια να εισαχθούν τα παραπάνω δεδομένα τόσο στον σχεδιασμό των νέων έργων υποδομής αλλά και σε όλα τα υφιστάμενα έργα ώστε το οδικό σύστημα και κυρίως η συγκοινωνιακή υποδομή, να προσαρμοστεί με τις αυξανόμενες ανάγκες των οδηγών μεγαλύτερης ηλικίας.

## 4. ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΚΑΙ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΙ

Παρόλο που η συγκοινωνιακή υποδομή έχει βελτιωθεί πολύ τα τελευταία χρόνια και συνεχίζει να βελτιώνεται σε όλες τις χώρες, εξακολουθούν να υπάρχουν στοιχεία που δυσκολεύουν ένα μεγάλο ποσοστό ανθρώπων που χρησιμοποιεί το οδικό δίκτυο και που αποτελείται κυρίως από ανθρώπους της τρίτης ηλικίας. Σε αρκετές χώρες υπάρχουν διάφορα ινστιτούτα και οργανισμοί με πολλές έρευνες στο ενεργητικό τους (μερικές από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία), τα αποτελέσματα των οποίων βοηθούν στο να γίνει κατανοητό πια είναι τα πιο ουσιαστικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι κατά τη χρήση του οδικού δικτύου. Για παράδειγμα το παράρτημα “AGELAB” του πανεπιστημίου MIT, δημιούργησε τη στολή AGNES (Age Gain Now Empathy System), μέσω της οποίας κατάφερε να κατανοήσει καλύτερα τις φυσικές προκλήσεις που συσχετίζονται με την γήρανση. Συγκεκριμένα η στολή αυτή έχει ρυθμιστεί για να προσεγγίζει τη κινητικότητα, την οπτική ικανότητα, την ευελιξία, την επιδεξιότητα και την δύναμη ενός ηλικιωμένου ατόμου. Κατανοώντας λοιπόν τις ιδιαιτερότητες και τις δυσκολίες των ηλικιωμένων, γίνεται πιο εύκολη και η εύρεση λύσεων που θα τους κάνει να νιώθουν μεγαλύτερη ασφάλεια.

Εικόνα 4.1 Προσομοίωση των ικανοτήτων των ηλικιωμένων μέσω της στολής AGNES (Πηγή: <http://agelab.mit.edu/unique-tools-methods>)



Έρευνα που έχει διεξαχθεί από τους Yee (1985) και Kosnik (1986), για να εξακριβωθεί αν τα ηλικιωμένα άτομα αντιλαμβάνονται τα προβλήματα στην οδήγηση ή την ανάγνωση σημάτων κυκλοφορίας, έχουν δείξει ότι οδηγοί από 55 ετών κι άνω, έχουν αναφέρει ότι αντιμετωπίζουν περισσότερα προβλήματα στο να διαβάσουν τις πινακίδες σήμανσης, να βλέπουν καθαρά το βράδυ, να γυρίσουν το κεφάλι τους σε οπισθοπορεία, να φθάσουν τις ζώνες ασφαλείας, να διαβάσουν τον πίνακα οργάνων των αυτοκινήτων τους και να ενσωματωθούν σε ταχείας κυκλοφορίας δρόμο, συγκριτικά με οδηγούς ηλικίας 35 έως 44 ετών (Special Report 218, Transportation in an Aging Society, Volume 1 (Transportation Research Board, 1998)).

Τα τμήματα εκείνα της συγκοινωνιακής υποδομής που δυσκολεύουν τους ηλικιωμένους χρήστες των οδών είναι κυρίως τα ακόλουθα:

- Κόμβοι – Ισόπεδοι και Ανισόπεδοι
- Αυτοκινητόδρομοι
- Υπεραστικές οδοί
- Περιοχές που εκτελούνται έργα
- Ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις

## 4.1 ΚΟΜΒΟΙ

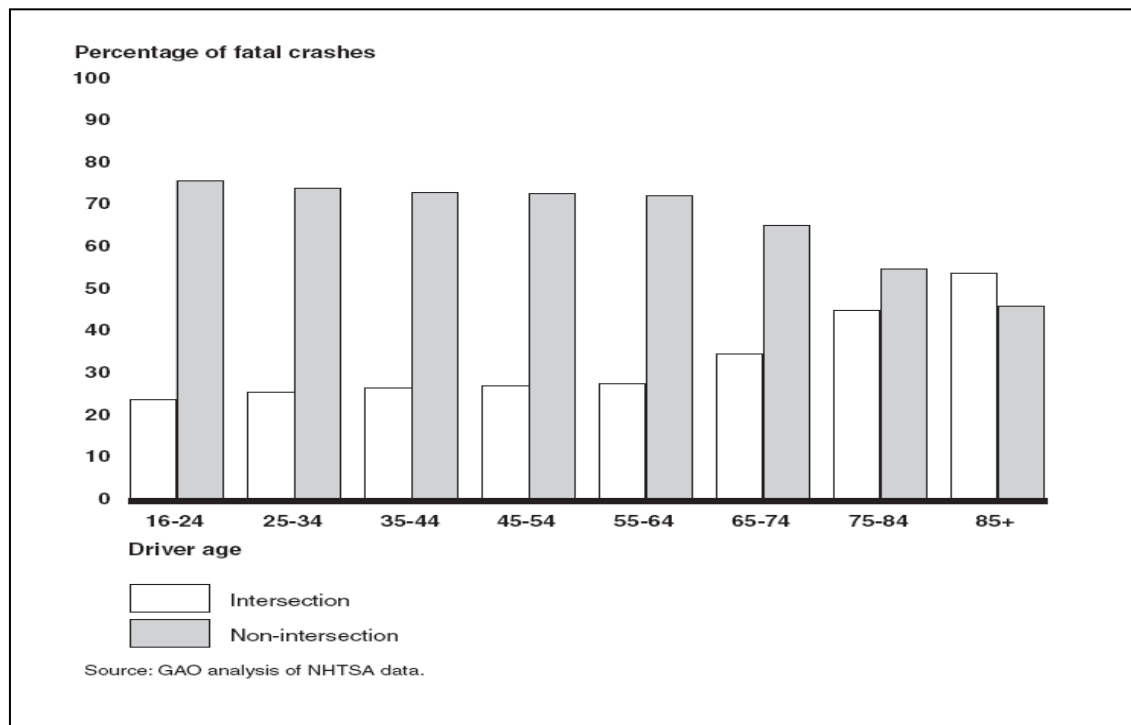
Οι κόμβοι, όπως και όλα τα τμήματα του οδικού δικτύου, παρά την πολυπλοκότητά τους, θα πρέπει να παρέχουν οδική ασφάλεια σε όλους τους χρήστες. Για τα επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι, ορατοί, κατανοητοί και ευκολοδιάβατοι.

Όπως είναι γνωστό, οι κόμβοι διακρίνονται ανάλογα με την γεωμετρική τους διαμόρφωση σε ισόπεδους και ανισόπεδους. Επειδή κάθε ένας από τους δυο παραπάνω τύπους κόμβου προκαλεί διαφορετικές δυσκολίες στους οδηγούς και κυρίως στους ηλικιωμένους χρήστες, κρίνεται απαραίτητος ο διαχωρισμός τους και η διαφορετική αντιμετώπισή τους.

### 4.1.1 Ισόπεδοι κόμβοι

Οι ισόπεδοι κόμβοι, τόσο οι αστικοί όσο και οι υπεραστικοί, αποτελούν ένα από τα πιο επικίνδυνα σημεία του δικτύου (Oxley et al., 2006) και παρουσιάζουν μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την διανοητική ικανότητα ενός οδηγού λόγω της παρουσίας κινήσεων οχημάτων και πεζών, αλλά και της ανάγκης για γρήγορη λήψη αποφάσεων, για την αντιμετώπιση των σημάτων κυκλοφορίας, των ενεργειών των άλλων οδηγών και ούτω καθεξής. Όπως αναφέρουν οι Oxley, J., & Corben, B. (2002) και παραθέτει η Oxley ((2006), σελ. 336) στα σημεία αυτά ακόμα και με ταχύτητες που δεν υπερβαίνουν τα εκάστοτε επιτρεπτά όρια, οι ηλικιωμένοι οδηγοί αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο για σοβαρούς τραυματισμούς. Οι άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας χρειάζονται περισσότερο χρόνο να επεξεργαστούν εισερχόμενα ερεθίσματα, περισσότερο χρόνο να αποφασίσουν σχετικά με τον ασφαλή τρόπο δράσης και περισσότερο χρόνο για την εφαρμογή ενεργειών που απαιτούνται για την αποφυγή πιθανών συγκρούσεων. Οι ηλικιωμένοι οδηγοί έχουν ιδιαίτερες δυσκολίες όταν βρίσκονται αντιμέτωποι με οτιδήποτε τους αποσπά την προσοχή μέσα σε ένα γεμάτο οπτικό φάσμα όπου εμπεριέχονται κίνδυνοι περιφερειακά. Και σε έναν κόμβο τόσο η απόσπαση της προσοχής όσο και ύπαρξη κινδύνων περιφερειακά είναι δεδομένες καταστάσεις. Δεν αποτελούν έκπληξη λοιπόν τα αποτελέσματα ερευνών, που δείχνουν την συχνότερη εμπλοκή των ηλικιωμένων οδηγών σε συγκρούσεις με πολλαπλά οχήματα σε διασταυρώσεις (Preusser et al., 1998).

Σχήμα 4.1 Θανατηφόρες συγκρούσεις στους κόμβους ανά ηλικιακή ομάδα (2004) (United States Government Accountability Office, 2007)



Στο σχήμα 4.1 φαίνεται πως η θνησιμότητα σε έναν κόμβο αποτελεί όλο και μεγαλύτερο ποσοστό του συνόλου των θανατηφόρων ατυχημάτων στο οδικό δίκτυο με την αύξηση της ηλικίας των οδηγών. Ο Hauer αναφέρει ότι το 37 τοις εκατό της θνησιμότητας και το 60 τοις εκατό των τραυματισμών που συμβαίνουν στους ηλικιωμένους οδηγούς γίνονται στους κόμβους (Hauer, 1988). Για τους οδηγούς ηλικίας 80 ετών και άνω, περισσότερες από τους μισές θανατηφόρες συγκρούσεις γίνονται στους κόμβους, συγκριτικά με το 25 τοις εκατό ή και λιγότερο για τους οδηγούς ηλικίας των 45 ετών και κάτω.

Μελέτη ανάλυσης ατυχήματος και παρατηρήσεις με υποκειμενικές αναφορές σχετικά με τις δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την οδήγηση στους ισόπεδους κόμβους, έγιναν σε 664 ηλικιωμένους οδηγούς από τους Benekahal, Resende, Shim, Michaels και Weeks το 1992, όπως αναφέρεται στην έκθεση Κατευθυντήριες Γραμμές και Συστάσεις για την Διευκόλυνση των Ηλικιωμένων Οδηγών και Πεζών (Guidelines and Recommendations to Accommodate Older Drivers and Pedestrians), που έγινε από την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αυτοκινητοδρόμων της Αμερικής (FHWA) (Staplin, 2001a) και βρέθηκαν ότι οι δυσκολίες



που αντιμετωπίζουν σε μια διασταύρωση οι οδηγοί όσο μεγαλώνουν, αφορούν στις παρακάτω δραστηριότητες (με αναλογία που φαίνεται στις παρενθέσεις):

- Να διαβάσουν τα σήματα της τροχαίας (27 τοις εκατό)
- Να διασχίσουν μια διασταύρωση (21 τοις εκατό)
- Να διακρίνουν την αρχή της λωρίδας κυκλοφορίας για την αριστερή στροφή σε μια διασταύρωση (20 τοις εκατό)
- Να στρίψουν αριστερά σε μια διασταύρωση (19 τοις εκατό)
- Να ακολουθήσουν με επιτυχία την οριζόντια σήμανση των οδών (17 τοις εκατό)
- Να αντιδράσουν στα σήματα της τροχαίας (12 τοις εκατό)

Επίσης ο Benekahal το 1992 διαπίστωσε ότι τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ενός πρωτεύοντος οδικού δικτύου γίνονται πιο σημαντικά για τους οδηγούς όσο μεγαλώνουν (με αναλογία που φαίνεται στις παρενθέσεις):

- Φωτισμός στις διασταυρώσεις (62 τοις εκατό)
- Οριζόντια σήμανση στις διασταυρώσεις (57 τοις εκατό)
- Αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας για τις αριστερές στροφές σε μια διασταύρωση (55 τοις εκατό)
- Πλάτος των λωρίδων κυκλοφορίας (51 τοις εκατό)
- Διαχωριστές οδοστρώματος – νησίδες για τις στροφές στους κόμβους (47 τοις εκατό)
- Μέγεθος των σημάτων κυκλοφορίας στους κόμβους (42 τοις εκατό)

Συγκρίνοντας τις απαντήσεις μεταξύ οδηγών ηλικίας 66 - 68 ετών και οδηγών ηλικίας από 77 ετών και άνω, φάνηκε ότι η ομάδα με τις μεγαλύτερες ηλικίες δείχνει μεγαλύτερη δυσκολία στο να ακολουθήσει την οριζόντια σήμανση, να εντοπίσει την αρχή της λωρίδας κυκλοφορίας για την αριστερή στροφή, να διασχίσει μια διασταύρωση. Ομοίως, το επίπεδο δυσκολίας στην ανάγνωση πινακίδων σήμανσης και στη εκτέλεση αριστερών στροφών αυξάνεται με αύξηση της ηλικίας στους ηλικιωμένους οδηγούς (Staplin, 2001a).

Η αριστερή στροφή στους σηματοδοτούμενους ή μη κόμβους μπορεί να είναι το πιο διανοητικά απαιτητικό καθήκον κατά την πρόσβαση σε έναν κόμβο, δεδομένου ότι οι οδηγοί θα πρέπει να έχουν ερμηνεύσει σωστά την προτεραιότητα στα δεξιά τους που θα καθοριστεί από το στάδιο που βρίσκονται κατά την εκτέλεση της αριστερής στροφής, θα

πρέπει να κρίνουν σωστά τα κενά που υπάρχουν κατά την κίνηση στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας και στην κίνηση των πεζών και να εκτελέσουν μια στροφή σε μια ιδεατή διαδρομή χωρίς σήμανση (Guerrier et al., 1999).

Μια συμπληρωματική έκθεση για τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι οδηγοί προέρχεται από μια έρευνα του Staplin το 1997 από απαντήσεις 81 ηλικιωμένων οδηγών (όπως αναφέρεται στην έκθεση "Κατευθυντήριες Γραμμές και Συστάσεις για την Διευκόλυνση των Ηλικιωμένων Οδηγών και Πεζών" (Staplin, 2001a)). Τα προβλήματα που συχνότερα αναφέρθηκαν είναι τα εξής:

- Δυσκολία στο να γυρίζουν το κεφάλι τους για να ελέγξουν την κυκλοφορία σε γωνίες μεγαλύτερες των 90 μοιρών
- Δυσκολία στην ομαλή εκτέλεση μιας κλειστής στροφής
- Σύγκρουση με συστήματα αναχαίτισης από σκυρόδεμα, όπως διαχωριστικές νησίδες κυκλοφορίας, με βροχή ή τη νύχτα
- Να βρεθούν σε λάθος λωρίδα κυκλοφορίας, ειδικά στη λωρίδα που επιτρέπει μόνο στροφή, κατά τη διάρκεια προσέγγισης ενός κόμβου, λόγω της περιορισμένης ορατότητας των οριζόντιων σημάνσεων ή την μη ικανότητα των πινακίδων σήμανσης να ενημερώσουν σωστά τους οδηγούς για την δομή της κυκλοφορίας σε έναν κόμβο.
- Δυσκολία στο τέλος μιας βοηθητικής (δεξιάς) λωρίδας στροφής στο να εντοπίσουν πιθανές εμπλοκές (conflicts) επαρκώς και αρκετά γρήγορα ώστε να συγχωνευθούν ομαλά με τις παρακείμενες λωρίδες κυκλοφορίας.
- Δυσκολία στη συγχώνευση σε παρακείμενες λωρίδες κυκλοφορίας σε τμήματα που υπάρχει μείωση του πλάτους καταστρώματος, όταν ο διαχωριστής οδοστρώματος μορφής σταγόνας (lane drop) εμφανίζεται κοντά σε έναν κόμβο.

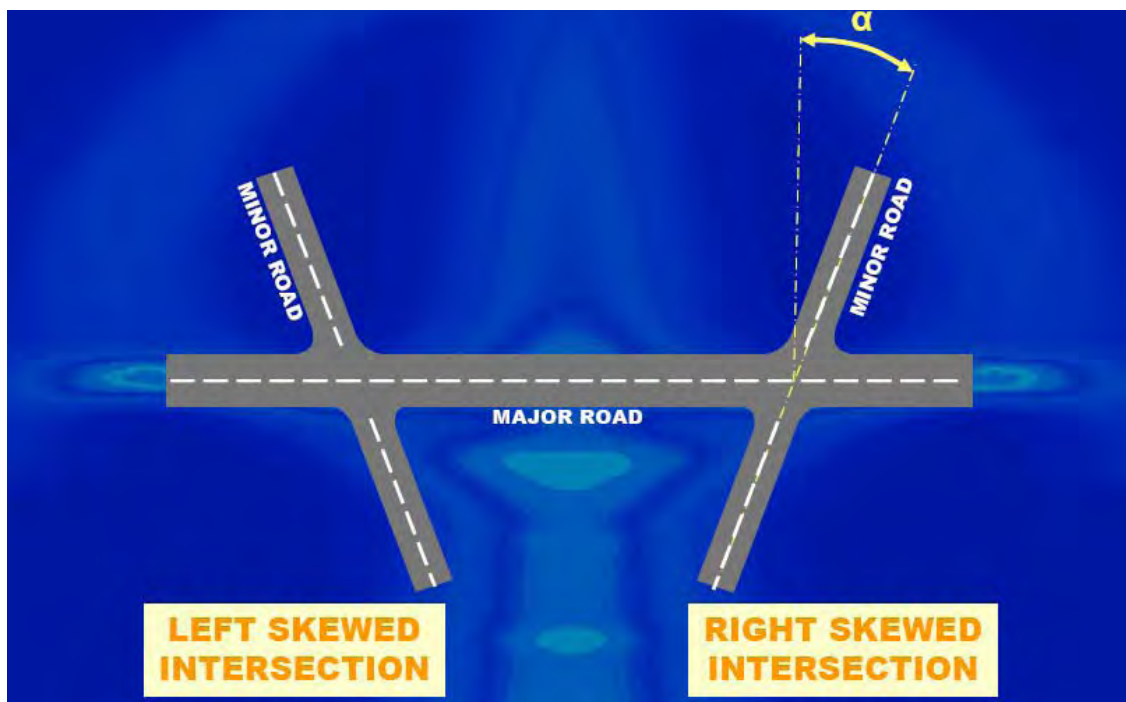
Εκτός όμως από τους ηλικιωμένους οδηγούς που έχουν υψηλό ποσοστό ατυχημάτων σε έναν κόμβο, υψηλό είναι και το ποσοστό των ηλικιωμένων πεζών και ποδηλατών που εμπλέκονται σε ατυχήματα σε έναν κόμβο σε σχέση με νεότερους χρήστες. Τα αποτελέσματα έρευνας που έγινε από τους Council και Zegeer το 1992, δείχνουν ότι οι "νεότεροι" ηλικιωμένοι πεζοί, δηλαδή αυτοί με ηλικία από 65 έως 74 ετών είναι πιο πιθανό να χτυπηθούν από όχημα που στρίβει δεξιά, σε αντίθεση με τους "μεγαλύτερους" ηλικιωμένους πεζούς που είναι πιθανότερο να τραυματιστούν από όχημα που διενεργεί αριστερή στροφή.

Παρακάτω περιγράφονται τα προβλήματα και οι ελλείψεις κατά τον σχεδιασμό των ισόπεδων κόμβων, τόσο αστικών όσο και υπεραστικών, εξαιτίας των οποίων η χρήση τους από ηλικιωμένους γίνεται λιγότερο ασφαλή:

#### ι. Λοξότητα και ορατότητα σε έναν κόμβο

Κατά την πρόσβαση σε έναν κόμβο, η ορατότητα και ο έγκυρος εντοπισμός οποιασδήποτε άλλης κυκλοφορίας που πλησιάζει το σημείο της διασταύρωσης, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη γωνία που οι δυο δρόμοι διασταυρώνονται. Η βέλτιστη γωνία διασταύρωσης είναι αυτή των 90 μοιρών. Μια τέτοια γωνία μεγιστοποιεί το μήκος ορατότητας, βελτιώνει την ασφάλεια, αυξάνει την ικανότητα και πολλαπλασιάζει την ασφάλεια των μοτοποδηλάτων και της μετακίνησης των πεζών (σε αστικές περιοχές). Αντίθετα μια μικρότερη γωνία που κυμαίνεται από 60 έως 75 μοίρες είναι ανεπιθύμητη. Καθιστά πιο δύσκολη την ορατότητα στον κόμβο και την προσπάθεια για να εντοπιστούν άλλοι χρήστες της οδού (Staplin, 2001a, Davidse R., 2007).

Σχήμα 4.2 Περιπτώσεις λοξότητας σε κόμβους (ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ Ν., 2010)



Οι νεότεροι οδηγοί μπορούν να αντισταθμίσουν αυτές τις δυσκολίες γυρνώντας το κεφάλι τους λίγο περισσότερο. Ωστόσο, καθώς οι οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας έχουν συνήθως περιορισμένη ικανότητα κίνησης του κεφαλιού και του λαιμού, θα έχουν μεγαλύτερο πρόβλημα στις διασταυρώσεις όπου δρόμοι συναντιούνται σε μια μικρή γωνία. Η απόδοσή τους μειώνεται και παρουσιάζονται προβλήματα για το σωστό εντοπισμό των κενών (Davidse R., 2007).

Οι ηλικιωμένοι χρειάζονται επίσης περισσότερο χρόνο να αντιδράσουν (με την αύξηση της ηλικίας αυξάνεται ο χρόνος αντίληψης-αντίδρασης). Μια περιορισμένη ορατότητα σε έναν κόμβο, όχι μόνο λόγω της μικρής γωνίας μεταξύ των τεμνόμενων δρόμων, αλλά και ως αποτέλεσμα των θάμνων, των δέντρων και των κτιρίων, αφήνει στον οδηγό λίγο χώρο και λίγο χρόνο για να ελέγξει την κίνηση και συνεπώς και λίγο χρόνο για να αντιδράσει. Η προκύπτουσα πίεση του χρόνου δημιουργεί πιθανώς περισσότερα προβλήματα για τους ηλικιωμένους οδηγούς σε σχέση με τους νεότερους οδηγούς (Staplin, 2001b) .

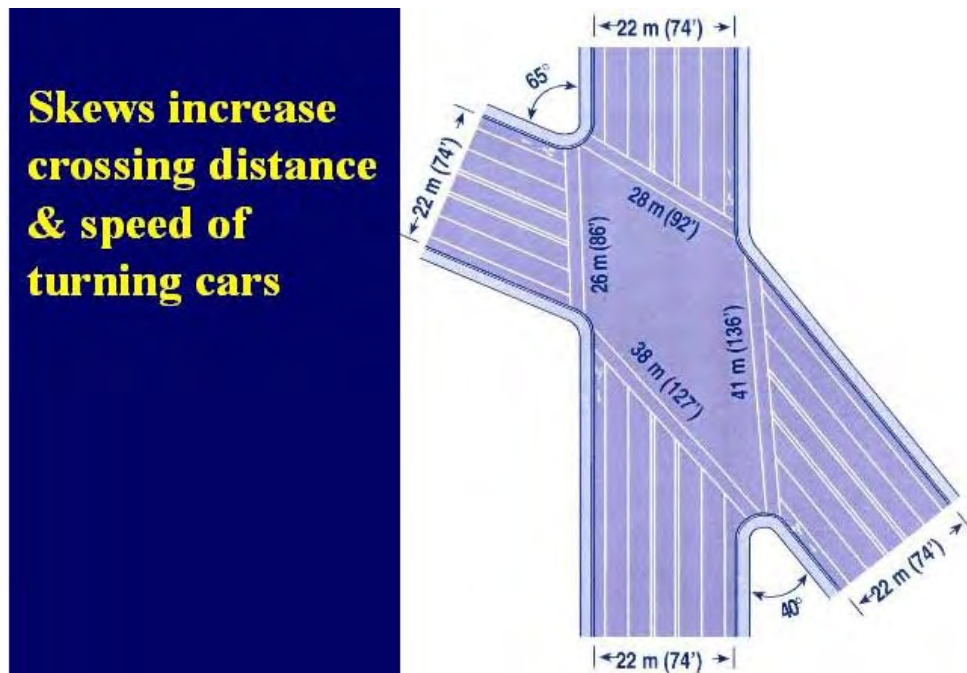
Γενικότερα τα προβλήματα που μπορεί οι οδηγοί να αντιμετωπίσουν σε έναν λοξό κόμβο είναι τα εξής (Bahar et al., 2003):

- Τα οχήματα μπορεί να χρειάζεται να διανύσουν μεγαλύτερη απόσταση κατά την διέλευσή τους ή την στροφή τους στο διασταυρούμενο δρόμο, με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη σε χρόνο έκθεση στην κυκλοφορία του διασταυρούμενου δρόμου.
- Για τους ηλικιωμένους οδηγούς είναι πιο δύσκολο να γυρίσουν το κεφάλι τους, το λαιμό τους ή και το άνω μέρος του σώματός τους ώστε να έχουν την κατάλληλη οπτική γωνία για τον έλεγχο μιας οξείας γωνίας.
- Η γωνία ορατότητας ενός οδηγού για τον εύκολο εντοπισμό και παρατήρηση της κυκλοφορίας και των πεζών είναι μειωμένη.
- Οι οδηγοί αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία στο να ευθυγραμμίσουν το όχημά τους καθώς εισέρχονται σε μια διασταύρωση για να στρίψουν είτε αριστερά είτε δεξιά.
- Οι οδηγοί κατά την δεξιά στροφή σε οξεία γωνία είναι δυνατό να εισέλθουν σε λωρίδα του αντίθετου ρεύματος κυκλοφορίας από τα δεξιά.
- Η ευρύτερη περιοχή ενός λοξού κόμβου μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους οδηγούς ή να τους κάνει να αποκλίνουν από την πορεία τους.

- Το σώμα του οχήματος μπορεί να εμποδίσει την ορατότητα του οδηγού από τα δεξιά του σε μια οξεία γωνία.

Τέλος προβλήματα σε έναν κόμβο με λοξότητα αντιμετωπίζουν και οι πεζοί και κυρίως οι ηλικιωμένοι, τόσο γιατί η λοξότητα αυξάνει την απόσταση που πρέπει να διανύσουν για να διασχίσουν έναν δρόμο (σχήμα 4.3) αλλά και γιατί είναι δυσκολότερο να εντοπίσουν όλα τα οχήματα που κινούνται στον κόμβο (εικόνα 4.2)

Σχήμα 4.3 Η λοξότητα σε έναν κόμβο αυξάνει την διανυόμενη απόσταση και την ταχύτητα των αυτοκινήτων που πραγματοποιούν μια στροφή (Metropolitan Planning Organization, 2006)



Εικόνα 4.2 Οι πεζοί έχουν την πλάτη τους γυρισμένη στα αυτοκίνητα που στρίβουν (Metropolitan Planing Organization, 2006)



## ii. Αριστερή στροφή σε έναν κόμβο

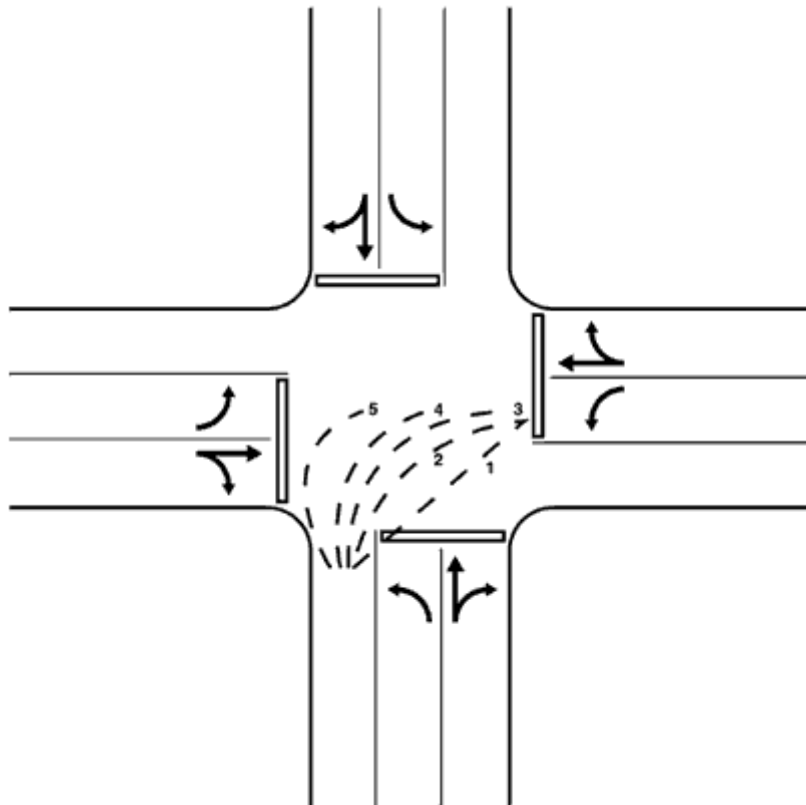
Η αριστερή στροφή σε έναν κόμβο αποτελεί την πιο πολύπλοκη και επικίνδυνη ενέργεια την οποία εκτελεί ένας ηλικιωμένος οδηγός. Τα ατυχήματα που συμβαίνουν κατά την εκτέλεση των αριστερών στροφών οφείλονται κυρίως:

- στην μη ικανότητα των ηλικιωμένων οδηγών να δώσουν προτεραιότητα στους οδηγούς που κινούνται στο αντίθετο ρεύμα στις περιπτώσεις των κόμβων χωρίς φωτεινούς σηματοδότες ή με φωτεινούς αναλάμποντες σηματοδότες, όπου επιτρέπεται η αριστερή στροφή με προσοχή και με παραχώρηση προτεραιότητας. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί δεν μπορούν οι ηλικιωμένοι να εκτιμήσουν την ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα που πλησιάζουν στον κόμβο, είτε γιατί έχουν εκτιμήσει λάθος το κενό που υπάρχει για να ενωθούν με την κυκλοφοριακή ροή, είτε γιατί απλά δεν έχουν δει το όχημα που κινείται στο αντίθετο ρεύμα (Davidse R., 2007). Οι παραπάνω λόγοι είναι αποτέλεσμα των διαφόρων λειτουργικών ανικανοτήτων που παρουσιάζονται με τη γήρανση, όπως η μείωση της αντίληψης (απαραίτητη ώστε να προσδιοριστεί η ταχύτητα και η

απόσταση του οχήματος που προσεγγίζει τον κόμβο) και η αποσπασματική και η επιλεκτική προσοχή (η ικανότητα να επεξεργάζονται ταυτόχρονα διάφορες πληροφορίες και να απομονώνουν τις σημαντικότερες).

- στην μη ικανότητα των ηλικιωμένων οδηγών να παραχωρήσουν προτεραιότητα στα οχήματα που προσεγγίζουν έναν κόμβο από δεξιά (για τους ίδιους λόγους με αυτούς που αναλύθηκαν παραπάνω).
- στην δυσκολία των ηλικιωμένων οδηγών να ακολουθήσουν μια σωστή ιδεατή διαδρομή χωρίς σήμανση κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Δύο παράγοντες μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ικανότητα των μεγαλύτερων σε ηλικία οδηγών να παραμένουν εντός των ορίων των ιδεατών λωρίδων κατά τη διάρκεια μιας αριστερής στροφής. Ο ένας παράγοντας είναι η μείωση της ικανότητα προσοχής (δηλαδή, να αφομοιώνουν και ταυτόχρονα να επεξεργάζονται πολλαπλά δεδομένα από το περιβάλλον οδήγησης). Ο άλλος παράγοντας αφορά την ικανότητα να στρίψουν το τιμόνι αρκετά απότομα, δεδομένης της ταχύτητας με την οποία ταξιδεύουν, ώστε να παραμείνουν εντός των ορίων των λωρίδων κυκλοφορίας τους. Ορισμένοι ηλικιωμένοι οδηγοί προσπαθούν να αυξήσουν τις ακτίνες στροφής ξεκινώντας πρόωρα την στροφή. Το αποτέλεσμα είναι είτε να συγκρούονται με τα οχήματα που προσεγγίζουν τον κόμβο από αριστερά, είτε να παρεισδύουν σε μια μεγάλη διαδρομή για την ολοκλήρωση της στροφής (Staplin, 2001b).

Εικόνα 4.3 Ακολουθούμενη ιδεατή διαδρομή οχημάτων σε αριστερή στροφή: 1 = είσοδος στο ρεύμα αντίθετης κυκλοφορίας, 2, 3 και 4 = επιτυχής στροφή από διαφορετικά σημεία μέσα στον κόμβο και 5 = αριστερή στροφή από σημείο όπου απαιτείται μεγαλύτερη από 90 μοίρες στροφή ώστε το όχημα να εισέλθει στη διασταύρωση (Staplin, 2001b)



- στην έλλειψη σηματοδοτημένης και οριοθετημένης λωρίδας αριστερής στροφής με αποτέλεσμα οι οδηγοί και κυρίως οι μεγαλύτερης ηλικίας, να μην μπορούν να διακρίνουν πια θα πρέπει να είναι η θέση τους πάνω στο οδόστρωμα. Το αποτέλεσμα είναι είτε οι ηλικιωμένοι οδηγοί πριν την στροφή να ακινητοποιούνται σε σημεία που να παρεμποδίζουν τα οχήματα που ακολουθούν, είτε να σταματούν στο αντίθετο ρεύμα μέχρι να πραγματοποιήσουν την στροφή.
- στην δυσχέρεια των ηλικιωμένων οδηγών να διακρίνουν την αρχή της λωρίδας κυκλοφορίας για την αριστερή στροφή, όπου αυτή υπάρχει. Οι δύο κύριοι λόγοι που ευθύνονται για αυτή τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι σε έναν κόμβο, σύμφωνα με συζήτηση - έρευνα στην οποία συμμετείχαν 81 ηλικιωμένοι



οδηγοί και έγινε από τους Staplin, Harkey, Lococo, and Tarawneh το 1997, είναι:

(1) η ανεπαρκής ή και ανύπαρκτη σήμανση και

(2) η κάλυψη της οριζόντιας σήμανσης στους κόμβους σε αρκετές περιπτώσεις από παρκαρισμένα αυτοκίνητα (Staplin, 2001b)

Το μεγαλύτερο πρόβλημα έγκειται στις λωρίδες που εξυπηρετούν μόνο τις αριστερές στροφές, για τις οποίες δεν υπάρχει επαρκής προειδοποίηση. Η κατάλληλη προειδοποίηση, σύμφωνα με τους 81 ηλικιωμένους οδηγούς, κυμαινόταν από 5 μήκη αυτοκινήτου έως 1,6 χιλιόμετρα (1 μίλι). Εξήντα τέσσερα τοις εκατό των συμμετεχόντων είπαν ότι πολλαπλή προειδοποιητική σήμανση είναι απαραίτητη όταν η δεξιά λωρίδα γίνεται λωρίδα κυκλοφορίας μόνο για στροφή, με την ανάγκη για μια αρχική προειδοποίηση 20 - 30 δευτερόλεπτα πριν, και μια δεύτερη σήμανση 10 δευτερόλεπτα πριν από την στροφή. Οι υπόλοιποι συμμετέχοντες είπαν ότι αυτές οι αποστάσεις θα πρέπει να αυξηθούν.

### **iii. Έλλειψη επαρκούς σηματοδότησης σε έναν κόμβο**

Η σωστή οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση σε έναν ισόπεδο κόμβο βοηθάει τους ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας οδηγούν και να κινούνται με μεγαλύτερη ασφάλεια. Η φθαρμένη οριζόντια σήμανση, η ελλιπής κατακόρυφη σήμανση, αλλά και η υπερπληροφόρηση σε έναν κόμβο μπερδεύει τους ηλικιωμένους οδηγούς, τους προκαλεί ανασφάλεια και τους κάνει αναποφάσιστους για την πορεία που θα ακολουθήσουν και για την ενέργεια στην οποία πρέπει να προβούν (προβληματισμός για το αν θα πρέπει να ακινητοποιήσουν το όχημα και να παραχωρήσουν προτεραιότητα ή να επιταχύνουν). Επίσης η έλλειψη διαβάσεων και φωτεινών σηματοδοτών για τους πεζούς και η μη ύπαρξη σωστής σηματοδότησης των ποδηλατοδρόμων κάνουν περισσότερο ευάλωτους τους πεζούς και τους ποδηλάτες και κυρίως τους ηλικιωμένους.

#### **■ Οριζόντια σήμανση**

Ο επιβραδυνόμενος χρόνος αντίληψης - αντίδρασης των ηλικιωμένων οδηγών που είναι υπεύθυνος για τον επιπλέον χρόνο που χρειάζονται οι ηλικιωμένοι οδηγοί για να πραγματοποιήσουν μια ενέργειά τους, απαιτεί την έγκαιρη προειδοποίηση των αλλαγών στη διαμόρφωση των λωρίδων κυκλοφορίας. Βέλη κατευθύνσεων, διαγραμμίσεις περιοχών αποκλεισμού, σήματα – αναγραφές πάνω στο οδόστρωμα παρέχουν τέτοιου είδους πληροφορίες και η έλλειψή τους μπορεί να προκαλέσει

σύγχυση κυρίως στους ανθρώπους της τρίτης ηλικίας. Το μειονέκτημα βέβαια μιας τέτοιας πληροφόρησης είναι ότι μπορεί εύκολα να φθαρεί, να μην είναι ορατή στις κακές καιρικές συνθήκες ή να καλυφθεί από αυτοκίνητα σε μια διασταύρωση.

#### ■ *Κατακόρυφη σήμανση*

Προβλήματα με την τοποθέτηση της κατακόρυφης σήμανσης περιλαμβάνουν περιπτώσεις όπου είτε αυτή παρεμποδίζεται από δέντρα, τηλεφωνικούς θαλάμους, διαφημιστικές πινακίδες και μεγάλα φορτηγά, είτε εγκαταστάθηκε πολύ κοντά στην διασταύρωση ή στην απέναντι πλευρά αντί στην κοντινή πλευρά του δρόμου. Οι ηλικιωμένοι δηλώνουν ότι χρειάζονται εκ των προτέρων ειδοποίηση σχετικά με τις επερχόμενες διασταυρώσεις, όπως επίσης και οι πινακίδες ονοματοθεσίας να είναι μεγαλύτερες και να τοποθετούνται ψηλά ώστε να έχουν περισσότερο χρόνο για να αποφασίσουν που πρέπει να στρίψουν.

Επίσης οι ηλικιωμένοι σημείωσαν ότι οι πινακίδες σήμανσης με πάρα πολλές πληροφορίες σε μια τόσο μικρή περιοχή και με μικρού ύψους χαρακτήρες, έχουν ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση ή ακόμη και την ακινητοποίηση του οχήματος, ώστε ο οδηγός να μπορέσει να λάβει την πληροφορία και να αποκριθεί κατάλληλα. Χαρακτηριστικές της υπερπληροφόρησης σε έναν κόμβο οι δυο φωτογραφίες που ακολουθούν. Στην πρώτη φωτογραφία (Εικόνα 4.4) διακρίνονται μπροστά μια πληροφοριακή πινακίδα σήμανσης με 4 προορισμούς ενώ σε μερικά μέτρα πιο κάτω διακρίνονται πληροφοριακές πινακίδες με 5 προορισμούς (Εικόνα 4.5) από τους οποίους οι μόνοι οι δύο εμπεριέχονται στην πρώτη πληροφοριακή πινακίδα.

Εικόνα 4.4 Υπερπληροφόρηση σε ισόπεδο κόμβο στο δρόμο Καλαμάτας – Πύργου (4 Προορισμοί)



Εικόνα 4.5 Υπερπληροφόρηση σε ισόπεδο κόμβο στο δρόμο Καλαμάτας – Πύργου (5 Προορισμοί)



#### **iv. Έλλειψη επαρκούς φωτισμού σε έναν κόμβο**

Η χαμηλή φωτεινότητα συμβάλλει στη μείωση των οπτικών ικανοτήτων όπως η οξύτητα, η σωστή κρίση της απόστασης, η ταχύτητα της αντίληψης, οι διακρίσεις χρωμάτων και η ανοχή της αντανάκλασης, οι οποίες είναι ήδη μειωμένες ικανότητες στους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας. Έρευνες έδειξαν ότι οι λανθασμένες κινήσεις που γίνονται κατά την διάρκεια της οδήγησης συχνά συσχετίζονται με την χαμηλή ορατότητα και την περιορισμένο οπτικό πεδίο. Η ανεπαρκής ορατότητα την νύχτα, όπου η πρωταρχική πηγή φωτός είναι τα φώτα των οχημάτων, όπως αναφέρει ο Vaswani (1977), καθιστά δυσκολότερο για τους οδηγούς να καθορίσουν τη σωστή πορεία σε διασταυρώσεις του πρωτεύοντος οδικού δικτύου. Επίσης όπως αναφέρεται και στο “Εγχειρίδιο σχεδιασμού των υπεραστικών οδών για τους Ηλικιωμένους Οδηγούς και τους Πεζούς” (Highway Design Handbook for Older Drivers and Pedestrians) (Staplin, 2001b) έρευνα των Woods, Rowan, και Johnson (1970), έδειξε ότι σε θέσεις όπου υπάρχουν συνθήκες χαμηλού φωτισμού με αποτέλεσμα να μειώνονται οι κύριες πηγές πληροφόρησης που αφορούν στη γεωμετρία και οριζόντια σήμανση, συνδέονται με υψηλότερα περιστατικά λανθασμένων ελιγμών. Τέλος η ικανότητα ανίχνευσης ενός πεζού ή ενός ποδηλάτη επηρεάζεται γενικά από την αντίθεση, την κίνηση, το χρώμα και το μέγεθος. Αν ο πεζός ή ο ποδηλάτης κινείται το βράδυ και δεν έχει καλή χρωματική αντίθεση ή μέγεθος σε σχέση με τα υπόλοιπα αντικείμενα του δικτύου, μια αύξηση στην αντίθεση θα βελτιώσει την ικανότητά της ανιχνευσιμότητάς τους.

#### 4.1.2 Ανισόπεδοι Κόμβοι

Ενώ θα ήταν αναμενόμενο στους ανισόπεδους κόμβους η ασφάλεια όλων των χρηστών και φυσικά των ηλικιωμένων να είναι μεγάλη, στην πραγματικότητα τα πράγματα είναι διαφορετικά. Οι Staplin και Lyles το 1991, διεξήγαν μια έρευνα με σκοπό την ανάλυση του ποσοστού συμμετοχής σε ατυχήματα και τα είδη παραβιάσεων των οδηγών τεσσάρων ηλικιακών ομάδων: ηλικίες από 76 ετών και άνω, ηλικίες μεταξύ 56 και 75 ετών, ηλικίες από 27 έως 55 και ηλικίες 26 ετών και νεότερες. Η ανάλυση αυτή έδειξε ότι οι οδηγοί άνω των 76 ετών είναι αυτοί που κυρίως ευθύνονται για ατυχήματα κοντά στις ράμπες των κόμβων. Ειδικότερα οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι αυτοί που συχνότερα παραβιάζουν προτεραιότητα και κάνουν εσφαλμένη χρήση των λωρίδων κυκλοφορίας σύμφωνα με τους Harkey, Huang and Zegeer το 1996, όπως αναφέρεται στην έκθεση “Κατευθυντήριες Γραμμές και Συστάσεις για την Διευκόλυνση των Ηλικιωμένων Οδηγών και Πεζών” (Staplin, 2001a). Όταν οι οδηγοί πρέπει να εκτελέσουν ενέργειες καθοδήγησης και πλοήγησης σε μικρό χρονικό διάστημα, αυξάνονται οι πιθανότητες να φορτιστούν ψυχολογικά και να διαπράξουν λάθη. Ακανόνιστες κινήσεις που προκύπτουν από την αναποφασιστικότητα του οδηγού περιλαμβάνουν καταπάτηση της τριγωνικής διαχωριστικής νησίδας αλλά ακόμα και οπισθοπορεία πάνω στη ράμπα ή στη λωρίδα κυκλοφορίας.

Το κύριο όμως πρόβλημα που να αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι στους ανισόπεδους κόμβους αφορούν κυρίως στο να συγχωνευθούν στην κυκλοφορία κατά την είσοδο τους σε μια υπεραστική οδό. Οι μειωμένες ικανότητες τους επαληθεύονται από τον οδηγό που περιμένει στην ράμπα εισόδου πριν ενσωματωθεί με την κίνηση του αυτοκινητόδρομου και έπειτα στηριζόμενος μόνο στην χρήση των καθρεφτών ελέγχει τα οχήματα που κινούνται στην (κύρια) λωρίδα κυκλοφορίας έως ότου εντοπίσει κάποιο επαρκές κενό για να εισέλθει στον αυτοκινητόδρομο. Η αποκλειστική χρήση των καθρεπτών, η επιβράδυνση ή ακόμα και η ακινητοποίηση του οχήματος, αυξάνουν τις πιθανότητες σύγκρουσης και έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη ροή της κυκλοφορίας (European Commission, 2009).

Οι Malfetti και Winter σε μια μελέτη που έκαναν το 1987 σχετικά με τα προβλήματα κατά την συγχώνευση και την παροχή προτεραιότητας, ανέφεραν ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί κατά τη ενσωμάτωσή με τις λωρίδες κυκλοφορίας αυξημένης ταχύτητας του πρωτεύοντος δικτύου είτε οδηγούν με τόσο χαμηλές ταχύτητες στην λωρίδα επιτάχυνσης

ώστε να προκαλείται διαταραχή της κυκλοφορίας, είτε ακινητοποιούνται στο τέλος της λωρίδας επιτάχυνσης αντί να προσπαθούν να προσεγγίσουν την ταχύτητα ροής της κυκλοφορίας πριν την είσοδο στη λωρίδα αυξημένης ταχύτητας (Whelan M., 2006). Σε μια έρευνα των Knoblauch, Nitzburg, και Seifert, το 1997, από 692 ηλικιωμένους οδηγούς, το 25 τοις εκατό δήλωσαν ότι σταματούν σε μια ράμπα εισόδου σε έναν αυτοκινητόδρομο πριν από τη συγχώνευση στην οδό, και 17 τοις εκατό δήλωσαν ότι έχουν πρόβλημα προσπαθώντας να βρουν ένα αρκετά μεγάλο κενό για να εισέλθουν στην κύρια λωρίδα. Το τριάντα τέσσερα τοις εκατό των "νεότερων" ηλικιωμένων ερωτηθέντων (ηλικίες 50 έως 72) και το είκοσι έξι τοις εκατό του "μεγαλύτερων" ηλικιωμένων ερωτηθέντων (ηλικίες 73 έως 97), απάντησε ότι επιθυμούν λωρίδες εισόδου να έχουν μεγαλύτερο μήκος. Τέλος σε έρευνα των Lerner και Ratté το 1991, οι ηλικιωμένοι οδηγοί κατά τη διάρκεια συζητήσεων σχολίασαν ότι συνάντησαν δυσκολίες στο να διατηρήσουν τη πορεία του οχήματος λόγω του μειωμένου χρόνου αντίδρασης, της δυσκολίας στην ανάγνωση σημάτων, της κόπωσης, της περιορισμένης κινητικότητας, της τάσης πανικού ή του αποπροσανατολισμού και της απώλειας θάρρους και εμπιστοσύνης στις ικανότητάς τους (Staplin, 2001b).

Προβλήματα που αναφέρουν οι ηλικιωμένοι χρήστες και αφορούν στους ανισόπεδους κόμβους, είναι κυρίως τα εξής (Federal Highway Administration, 1998):

- i. Ενσωμάτωσή τους στην κυκλοφοριακή ροή λόγω την ανικανότητάς τους να στρίψουν το κεφάλι τους αλλά και λόγω της έλλειψης ικανότητας για λήψη γρήγορων αποφάσεων και υλοποίησης τους
- ii. Μικρό μήκος της λωρίδας επιτάχυνσης
- iii. Μη επαρκής φωτισμός στις ράμπες εξόδου
- iv. Μικρό μέγεθος των πινακίδων σήμανσης που στις περισσότερες των περιπτώσεων προκαλούν και σύγχυση στους ηλικιωμένους
- v. Φθαρμένη οριζόντια σήμανση



## 4.2 ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ

Οι περιορισμένης πρόσβασης αυτοκινητόδρομοι και το εθνικό οδικό σύστημα έτσι όπως υπάρχει σήμερα στις περισσότερες χώρες του κόσμου, αποτελεί σε μεγάλο βαθμό το λόγο για τη μεγάλη αύξηση της κινητικότητας και της ασφάλειας των οδηγών. Παρόλα αυτά, καθώς ο πληθυσμός των οδηγών γηράσκει, δεν είναι γνωστό εάν οι απαιτήσεις προς ένα οδηγό που χρησιμοποιεί το πρωτεύων δίκτυο είναι συμβατές με τις ικανότητες των ανθρώπων της τρίτης ηλικίας. Πολλές έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι ηλικιωμένοι αντιμετωπίζουν προβλήματα με το ολοένα αυξανόμενο πολύπλοκο σχεδιασμό και με τις κυκλοφοριακές συνθήκες, ιδιαίτερα όταν οι ταχύτητες είναι μεγάλες (Holland, 2001). Ειδικά σε έναν αυτοκινητόδρομο, οι ηλικιωμένοι αντιμετωπίζουν προβλήματα στις ακόλουθες περιοχές: στις κύριες λωρίδες του αυτοκινητόδρομου, στις ράμπες εισόδου – εξόδου, στις περιοχές εκτέλεσης έργων, στις περιοχές των διοδίων και στις περιοχές των σταθμών εξυπηρέτησης αυτοκινήτων (Vardaki S., 2008).

Έρευνα που έγινε από τους Knoblauch, Nitzburg και Seifert το 1997 (Federal Highway Administration, 1998, Schieber, 1999) είχε σκοπό να προσδιορισθεί η σχέση μεταξύ των καθηκόντων του οδηγού σε έναν αυτοκινητόδρομο και των μειωμένων ικανοτήτων των ηλικιωμένων οδηγών. Η ανάλυση αφορούσε τις βασικές ενέργειες κατά την οδήγηση, όπως η πραγματοποίηση ελιγμών, ανώμαλες συνθήκες, καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, ετοιμότητα οδηγού και ετοιμότητα οχήματος.

Οκτώ ομάδες επιλέχθηκαν σε τέσσερις πόλεις: Washington DC, San Diego CA, Tampa FL, και Phoenix AZ. Οι 8 ομάδες περιέλαβαν 44 άνδρες και 44 γυναίκες που κυμαίνονταν από 65 έως 88 ετών, με μέσο όρο αυτή των 70 ετών. Δεν υπήρχαν ενδείξεις που να υποδεικνύουν ότι οι επιλεγμένοι ηλικιωμένοι οδηγοί αποφεύγουν την οδήγηση σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας. Οι συμμετέχοντες κυρίως ανησυχούσαν για τα παρακάτω:

- τη κυκλοφοριακή συμφόρηση
- την ασυνέπεια της σήμανσης (τύπος και θέση)
- την ασυνέπεια στα όρια ταχύτητας
- την έλλειψη αστυνομίας
- τις σύντομες ράμπες εισόδου
- τις ζώνες εκτέλεσης έργων και
- την ανεπάρκεια σταθμών εξυπηρέτησης αυτοκινήτων.

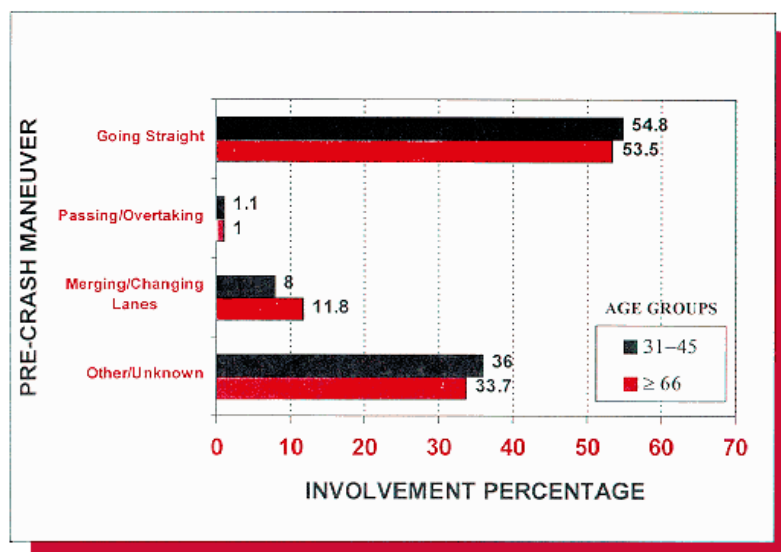
Προβλήματα με σήμανση περιλαμβάνουν:

- ασαφείς οδηγίες κατεύθυνσης
- ανεπαρκή εκ των προτέρων ειδοποίηση
- ύπαρξη υπερπληροφόρησης (ειδικά στην Καλιφόρνια)
- δυσκολία στον εντοπισμό των πινακίδων σήμανσης που είναι τοποθετημένες παραπλεύρως της οδού (φωτιζόμενες πινακίδες ή πινακίδες με αντανάκλαστικά υλικά που τοποθετούνται πάνω στην οδό είναι γενικά προτιμότερες, ιδιαίτερα αυτές με βέλη κατευθύνσεων όπου καθορίζονται οι λωρίδες προορισμών) και
- ανεπαρκής εκ των προτέρων προειδοποίηση για επιτρεπόμενη δεξιά στροφή και λωρίδα εξόδου.

Επίσης έγινε ανάλυση βασισμένη σε στοιχεία ατυχημάτων από 5 πολιτείες των ΗΠΑ (Ιλινόις, Μίσιγκαν, Μινεσότα, Βόρεια Καρολίνα και Γιούτα) περιόδου 3 - 4 χρόνων. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση αυτή 40,297 συγκρούσεις από τις οποίες οι 36,142 αφορούσαν οδηγούς ηλικίας από 31 έως 45 ετών και οι 4,155 συγκρούσεις αφορούσαν οδηγούς 66 ετών και άνω (Federal Highway Administration, 1998, HSIS Highway Safety Information System The Highway, 2000). Το εμφανέστερο αποτέλεσμα αυτής της έρευνας σχετίζεται με τους πριν από τη σύγκρουση ελιγμούς και τους παράγοντες που συμβάλλουν ώστε οι ηλικιωμένοι οδηγοί να εμπλακούν σε ατυχήματα με πολλαπλά οχήματα. Προκύπτει ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί εμπλέκονται σε μεγαλύτερο βαθμό σε ατυχήματα που προέρχονται από αλλαγή λωρίδας κυκλοφορίας. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.4, η ανάλυση του συνόλου των ατυχημάτων στο πρωτεύων οδικό δίκτυο υποδεικνύει ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι πιο πιθανό να έχουν εμπλακεί σε ατύχημα πολλαπλών οχημάτων κατά την αλλαγή ή συγχώνευση τους σε μια λωρίδα κυκλοφορίας από τους νεότερους οδηγούς (11,8 τοις εκατό σε σύγκριση με 8,0 τοις εκατό, αντίστοιχα).

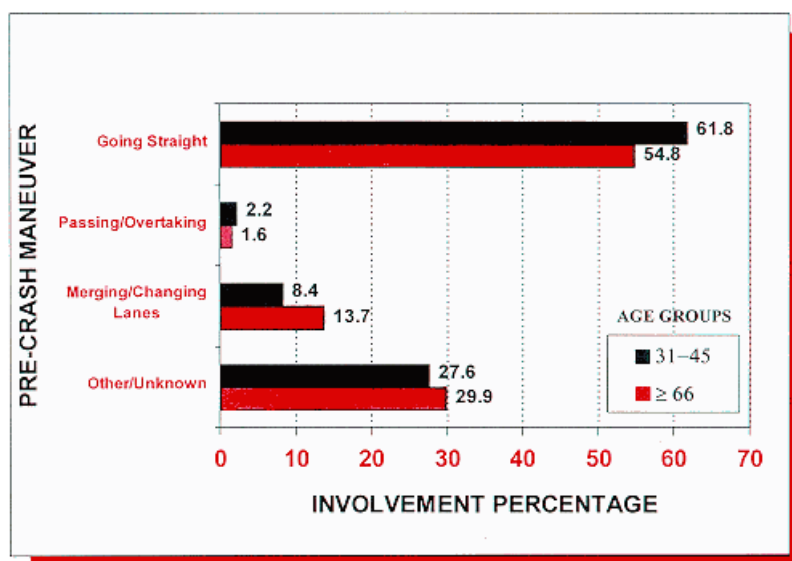


Σχήμα 4.4 Ποσοστό συμμετοχής σε ατυχήματα με πολλαπλά οχήματα, λόγω ελιγμών πριν την σύγκρουση



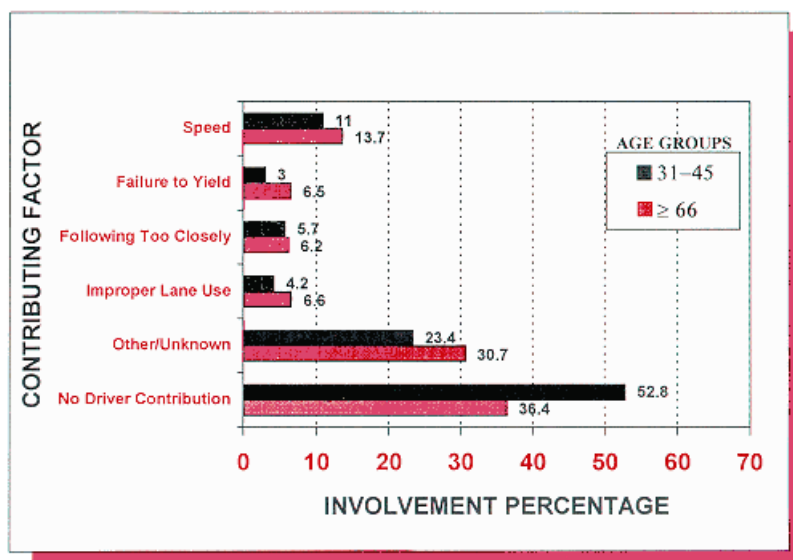
Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα σε ατυχήματα όπου τα εμπλεκόμενα αυτοκίνητα είναι μόνο δυο (13,7 τοις εκατό σε σύγκριση με 8,4 τοις εκατό, αντίστοιχα) (Σχήμα 4.5).

Σχήμα 4.5 Ποσοστό συμμετοχής σε ατυχήματα με δυο οχήματα, λόγω ελιγμών πριν την σύγκρουση

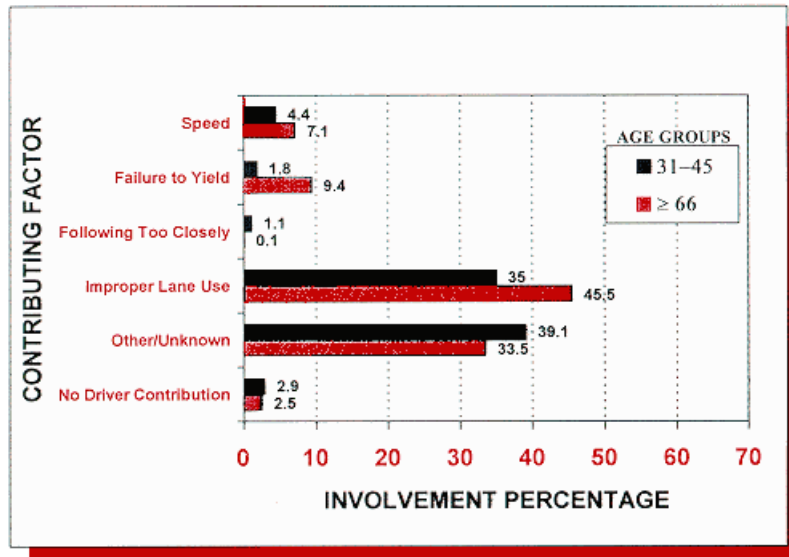


Περαιτέρω εξέταση των στοιχείων όπου τα εμπλεκόμενα οχήματα σε σύγκρουση είναι μόνο δυο, αποδεικνύει ότι ο παράγοντας που συμβάλλει στην μεγαλύτερη εμπλοκή των ηλικιωμένων οδηγών σε ένα ατύχημα είναι η ανικανότητά τους να παρέχουν προτεραιότητα. Οι ηλικιωμένοι οδηγοί σε σχέση με τους νεότερους οδηγούς συμμετέχουν σε διπλάσιο αριθμό ατυχημάτων λόγω της ανικανότητάς τους να παρέχουν προτεραιότητα, όταν λαμβάνονται υπόψη όλα τα ατυχήματα σε έναν αυτοκινητόδρομο, και σε πενταπλάσιο αριθμό ατυχημάτων όταν λαμβάνονται υπόψη τα μόνο τα ατυχήματα που σχετίζεται με την αλλαγή λωρίδας κυκλοφορίας (Σχήματα 4.6 και 4.7). Αλλαγή λωρίδας σε έναν αυτοκινητόδρομο ή και γενικότερα σε ένα πρωτεύων οδικό δίκτυο, εμφανίζεται συνήθως όταν ένα όχημα εισέρχεται στον αυτοκινητόδρομο από μια ράμπα εισόδου, εξέρχεται από τον αυτοκινητόδρομο από μια ράμπα εξόδου, προσπέρνα ένα όχημα στον αυτοκινητόδρομο, ή απλά αλλάζει λωρίδα στον αυτοκινητόδρομο.

Σχήμα 4.6 Ποσοστό συμμετοχής ανά παράγοντα συμβολής ατυχήματος με εμπλοκή δυο οχημάτων



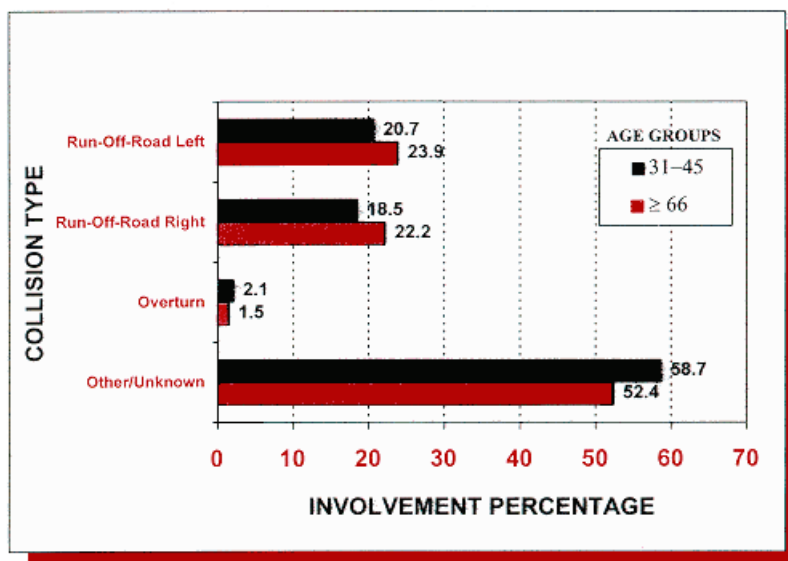
Σχήμα 4.7 Ποσοστό συμμετοχής ανά παράγοντα συμβολής ατυχήματος λόγω αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας ή συγχώνευσης στην κυκλοφορία με εμπλοκή δυο οχημάτων



Όταν συγκριθούν βασικοί τύποι των ατυχημάτων, οι ηλικιωμένοι οδηγοί επίσης φαίνεται να είναι περισσότερο επιρρεπείς στο να χάνουν τον έλεγχο του οχήματος και να βγαίνουν εκτός δρόμου τόσο προς τα αριστερά και προς τα δεξιά (Σχήμα 4.8). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι πιο εύκολο να βγουν από το δρόμο είτε μετά από ένα ατύχημα είτε κατά την προσπάθεια τους να αποφύγουν ένα ατύχημα από ότι οι νεότεροι οδηγοί. Το τελευταίο μπορεί να είναι αποτέλεσμα της μειωμένης αντίδρασης και του χρόνου απόκρισης των ηλικιωμένων ατόμων.

Η αυξημένη ευπάθεια των ατόμων μεγαλύτερης ηλικίας που εμπλέκονται σε ατυχήματα εντοπίστηκε σε αυτή την ανάλυση, έστω και αν είναι πιθανότερο οι ηλικιωμένοι να οδηγούν μεγαλύτερα αυτοκίνητα, να φορούν ζώνες ασφαλείας συχνότερα και να οδηγούν πιο αργά από τους νεότερους σε ηλικία οδηγούς. Σε όλες τις παραπάνω αναλύσεις, οι μεγαλύτεροι σε ηλικία οδηγοί ήταν πιθανότερο να έχουν τραυματιστεί ή σκοτωθεί σε δυστύχημα σε σύγκριση με τους νεότερους οδηγούς.

Σχήμα 4.8 Ποσοστό συμμετοχής ανά τύπο σύγκρουσης σε ατυχήματα με εμπλεκόμενο ένα όχημα



Τέλος, οι ηλικιωμένοι οδηγοί φαίνεται να εμπλέκονται περισσότερο σε ατυχήματα κατά την διάρκεια της ημέρας, με ή χωρίς συννεφιά, καθώς και για στεγνό οδόστρωμα, σε σύγκριση με τη νεότερη ηλικιακή ομάδα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι πολύ πιθανόν να οφείλονται στο γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ηλικιωμένων οδηγών οδηγούν υπό "καλές" συνθήκες σε σύγκριση με τους νεότερους οδηγούς.

Σε περισσότερες από τις έρευνες που έχουν γίνει δεν έχει ληφθεί υπόψη η αντισταθμιστική συμπεριφορά των ηλικιωμένων. Η φυσιολογική δηλαδή εξασθένηση των λειτουργιών των ηλικιωμένων, αντισταθμίζεται μέσω των πλεονεκτημάτων που αναπτύσσονται με την ηλικία, όπως η χαμηλή ανταγωνιστικότητα και επιθετικότητα, οι σωστές αποφάσεις οδήγησης κλπ (ΒΑΡΔΑΚΗ Σ., 2009). Η συμπεριφορά αυτή έχει ληφθεί υπόψη σε έρευνα που έγινε στην Ελλάδα για την πραγματική και προβλεπτική συμπεριφορά των ηλικιωμένων στον αυτοκινητόδρομο (Vardaki S., 2008). Στην έρευνα αυτή μελετήθηκαν οι επιδόσεις των μεγαλύτερων σε ηλικία οδηγών κατά την οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο, κατά την προσπάθεια να βρουν μια έξοδο, να αλλάξουν λωρίδα κυκλοφορίας και να εισέλθουν και να εξέλθουν από τον αυτοκινητόδρομο, και συσχετίστηκαν με την αυτό-αξιολόγηση των ίδιων των οδηγών. Επιλέχθηκαν 40 ηλικιωμένοι ενεργοί οδηγοί ηλικίας από 65 έως 74 ετών, οι οποίοι δεν είχαν εμπλακεί σε πρόσφατο ατύχημα, χρησιμοποίησαν το δικό τους αυτοκίνητο και τους ζητήθηκε να μην αλλάξουν τις οδικές τους συνήθειες. Η δοκιμασία έγινε στην Αττική Οδό, έναν νέο αστικό

αυτοκινητόδρομο, με πολύ καλά σχεδιασμένες τις ράμπες εισόδου – εξόδου, στο φως της ημέρας, με καλό καιρό και με φυσιολογική κίνηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αντιστάθμιση στον αυτοκινητόδρομο συσχετίζεται με μειωμένη απόδοση σε διάφορες διαστάσεις οδήγησης. Ορισμένα προβλήματα απόδοσης όπως αποκάλυψε η παρούσα μελέτη θα μπορούσαν να διορθωθούν με την κατάρτιση με κατάλληλους τρόπους. Τα αποτελέσματα αναφορικά με την ανάλυση των πραγματικών επιδόσεων οδήγησης στον αυτοκινητόδρομο και αντιληπτή αυτοεκτίμηση των επιδόσεων δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί έχουν επίγνωση των ελλείψεων στις επιδόσεις τους στον αυτοκινητόδρομο και μπορούν να βοηθήσουν για να γίνουν οι τροποποιήσεις εκείνες που θα βελτιώσουν το σχεδιασμό των εξόδων στον αυτοκινητόδρομο.

Συνοπτικά, οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι χρήστες σε έναν αυτοκινητόδρομο είναι:

#### **i. Στις ράμπες εισόδου και εξόδου**

Η δυσκολία για την είσοδο σε έναν αυτοκινητόδρομο και την έξοδο από αυτόν, όπως ήδη έχει αναλυθεί στο κεφάλαιο 4.1.2, έγκειται στην ανυπαρξία έγκαιρης σήμανσης, στην ύπαρξη σήμανσης η οποία όμως δεν είναι κατανοητή, στο μικρό μήκος λωρίδων επιτάχυνσης – επιβράδυνσης, στην ανεπάρκεια επαρκούς φωτισμού στους κόμβους.

#### **ii. Με την οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση**

Η ανυπαρξία οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης δυσκολεύει τους ηλικιωμένους, τους προκαλεί ανασφάλεια και τους κάνει αναποφάσιστους για την πορεία που θα ακολουθήσουν και για την ενέργεια στην οποία πρέπει να προβούν (προβληματισμός για το αν θα πρέπει να επιταχύνουν ή να επιβραδύνουν, να αλλάξουν λωρίδα κυκλοφορίας, να εξέλθουν από τον αυτοκινητόδρομο).

#### **iii. Κατά την αλλαγή λωρίδας κυκλοφορίας**

Η αλλαγή κυκλοφορίας είναι πολύπλοκη ενέργεια για έναν ηλικιωμένο. Οι περισσότεροι ηλικιωμένοι δηλώνουν ότι μερικές φορές προτιμούν να μειώσουν ταχύτητα και να ακολουθήσουν ένα όχημα που κινείται με μικρότερη ταχύτητα, από το να το προσπεράσουν.

#### **iv. Στη διατήρησή τους σε μια λωρίδα κυκλοφορίας**

Οι ηλικιωμένοι επισημαίνουν ότι έχουν πρόβλημα στο να διατηρήσουν την πορεία τους σε μια λωρίδα κυκλοφορίας είτε λόγω της φθαρμένης οριζόντιας σήμανσης, είτε λόγω των στηθαίων ασφαλείας, αλλά και πολλές φορές εξαιτίας των μεγάλων φορτηγών.

#### **v. Στις περιοχές εκτέλεσης έργων, διοδίων και ανάπαυσης**

Η κακή σήμανση στις προαναφερόμενες περιοχές, η αδυναμία των ηλικιωμένων να αποφασίσουν γρήγορα την πορεία τους καθώς εισέρχονται σε μια περιοχή διοδίων, καθώς και η έλλειψη λωρίδων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης στις περιοχές ανάπαυσης δυσκολεύουν τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας.

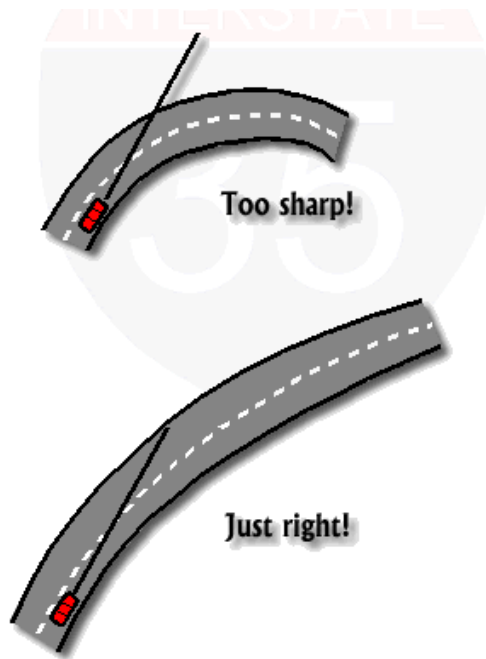
## 4.3 ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΙ

Οι υπεραστικές οδοί είναι δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας και αποτελούν ένα από τα τμήματα εκείνα της συγκοινωνιακής υποδομής, που δυσκολεύουν τους ηλικιωμένους χρήστες των οδών. Από τα πιο επικίνδυνα σημεία μιας υπεραστικής οδού, όπως έχει ήδη αναλυθεί διεξοδικά σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι οι κόμβοι. Δυσκολίες επίσης αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι και λόγω της οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ειδική αναφορά στα προβλήματα των ηλικιωμένων τόσο εξαιτίας της οριζόντιας και κατακόρυφης καμπυλότητας μιας οδού, αλλά και στις ζώνες προσπέρασης σε μια υπεραστική οδό.

### 4.3.1 Οριζόντια και κατακόρυφη καμπυλότητα μιας οδού

Διάφορες μελέτες, όπως αναφέρεται στην έκθεση “Κατευθυντήριες Γραμμές και Συστάσεις για την Διευκόλυνση των Ηλικιωμένων Οδηγών και Πεζών” (Guidelines and Recommendations to Accommodate Older Drivers and Pedestrians), που έγινε από την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αυτοκινητοδρόμων της Αμερικής (FHWA) (Staplin, 2001a) έχουν δείξει ότι οι δείκτες ατυχημάτων μπορεί να είναι 1.5 με 4 φορές υψηλότεροι στις οριζόντιες καμπύλες σε σχέση με τα ευθύγραμμα οδικά τμήματα και όπως είναι λογικό οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι αυτοί που έχουν το μεγαλύτερο ρίσκο. Η ασφάλεια σε μια οριζόντια καμπύλη – συχνότητα ατυχημάτων και βαθμός επικινδυνότητας – καθορίζεται εν μέρει από τα χαρακτηριστικά εσωτερικά (βαθμός ή καμπυλότητα καμπύλης, υπερύψωση κλπ) και εν μέρει από χαρακτηριστικά εξωτερικά προς αυτή (πυκνότητα των καμπυλών ανάντη, μήκος των εφαπτόμενων τμημάτων, μήκος ορατότητας κλπ) τα οποία επηρεάζουν την συμπεριφορά του οδηγού και την ταχύτητα προσέγγισης στην καμπύλη.

Εικόνα 4.6 Ασφαλή και μη ασφαλή οριζόντια καμπυλότητα μιας οδού (Texas Department of Transportation)



Οι καμπύλες με μικρές ακτίνες καμπυλότητας στις οποίες απαιτείται σημαντική μείωση της ταχύτητας ή οι στροφές αυτές όπου δεν υπάρχει ξεκάθαρη και σαφής πληροφόρηση, αποτελούν κίνδυνο για όλους τους οδηγούς και κυρίως για τους ηλικιωμένους. Ανάλυση ατυχημάτων στο Μίσιγκαν των Ηνωμένων Πολιτειών έδειξε ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί έχουν εμπλακεί σε ατυχήματα σε στροφές ως αποτέλεσμα της μεγάλης ταχύτητας που οδηγούσαν ή και κυρίως επειδή ξαφνιάστηκαν από την οριζόντια χάραξη του δρόμου (Staplin, 2001a).

Πολλές έρευνες αναφέρουν ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των οριζόντιων καμπυλών και του συνολικού ποσοστού ατυχημάτων, που οφείλεται στον γεωμετρικό σχεδιασμό των υπεραστικών οδών. Οι λόγοι για αυτές τις συγκρούσεις σχετίζονται με τις ακόλουθες ανεπαρκείς συμπεριφορές κατά την οδήγηση:

- Ελλιπείς δεξιότητες για την αντιμετώπιση των καμπυλών
- Υπέρβαση της ταχύτητας σχεδιασμού
- Αποτυχία να παραμείνει ο οδηγός στη κατάλληλη θέση κατά την στροφή

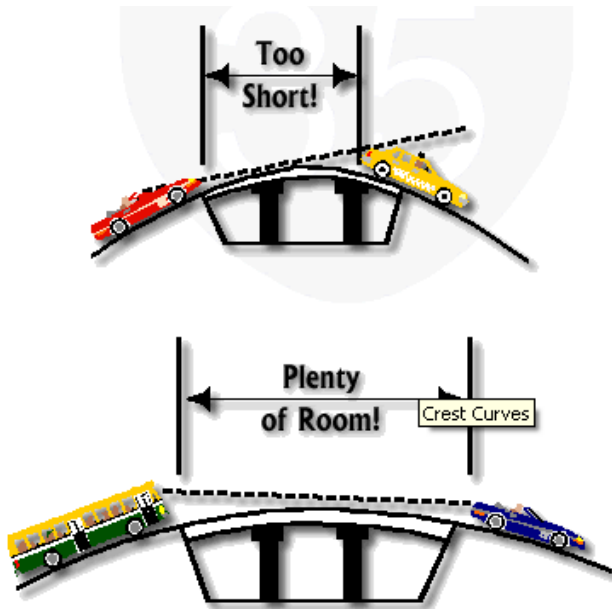


- Εσφαλμένη συμπεριφορά οδήγησης κατά την είσοδο σε μια στροφή σχετικά με τη ταχύτητα και τη θέση πάνω στο οδόστρωμα
- Ανεπαρκείς εκτίμηση του βαθμού κινδύνου που συνδέεται με την συγκεκριμένη καμπύλη.

Ένα επίσης γεωμετρικό στοιχείο μιας οδού που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα κατά την διέλευση από μια στροφή είναι το πλάτος του οδοστρώματος. Τα πλάτος του οδοστρώματος γενικά προετοιμάζει τους οδηγούς για την κατάλληλη ταχύτητα και την θέση τους πάνω στο δρόμο κατά την προσέγγιση τους σε μια στροφή. Όταν οι δρόμοι έχουν μεγάλο πλάτος, οι οδηγοί έχουν λιγότερη αντίληψη της ταχύτητας με την οποία ταξιδεύουν, που μπορεί να έχει αντίκτυπο στο επίπεδο της επιβράδυνσης όταν εισέρχονται στις στροφές. Αντίθετα οι στενοί δρόμοι μπορεί να οδηγήσουν σε προσωρινή απώλεια της ορατότητας, γεγονός που κάνει δύσκολο τον εντοπισμό επερχόμενου οχήματος. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα οι οδηγοί να οδηγούν στο μέσο του δρόμου, με αυξημένο έτσι τον κίνδυνο σύγκρουσης με επερχόμενο όχημα. Μεγαλύτερο είναι το ρίσκο μιας τέτοιας συντριβής στους ηλικιωμένους οδηγούς λόγω των μειωμένων αντανakλαστικών τους και άρα της μειωμένης αντίδρασης (Box E., 2010).

Σχετικά με τις κατακόρυφες καμπύλες (καμπύλες προσαρμογής κατά την κατακόρυφη χάραξη) τα πρότυπα σχεδιασμού βασίζονται στην ανάγκη να παρέχουν στους οδηγούς επαρκή απόσταση ορατότητας για ακινητοποίηση του οχήματος (SSD – Stopping sight distance). Γενικά υπάρχει μια ανησυχία για τη χρήση του μοντέλου SSD που χρησιμοποιείται τα τελευταία 50 χρόνια, λόγω της θεώρησης ότι το μοντέλο αυτό δεν είναι αρκετά συντηρητικό ώστε να λαμβάνει υπόψη του τη μειωμένη αντίδραση των ηλικιωμένων οδηγών.

Εικόνα 4.7 Ασφαλή και μη ασφαλή κατακόρυφη καμπυλότητα μιας οδού (Texas Department of Transportation)



#### 4.3.2 Ζώνες προσπέρασης

Αναφορικά με την ασφάλεια των τμημάτων εκείνων του οδικού δικτύου στα οποία επιτρέπεται η προσπέραση, αυτή εξαρτάται από τα ειδικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά του τμήματος του δρόμου, καθώς και με το πώς οι οδηγοί λαμβάνουν και επεξεργάζονται τις πληροφορίες που παρέχονται από τη κατακόρυφη και οριζόντια σήμανση, προσδιορίζουν την ταχύτητα και την απόσταση του επερχόμενου οχήματος και έχουν τον έλεγχο του δικού τους οχήματος (πέδηση και επιτάχυνση) κατά την διάρκεια μιας προσπέρασης (Staplin, 2001b). Καθώς ο αριθμός των ηλικιωμένων αυξάνεται δραματικά με τα χρόνια, όλο και περισσότερες θα είναι οι περιπτώσεις εκείνες που θα προκύψουν, όπου όχι μόνο το κινούμενο αργά όχημα αλλά και το όχημα που θα εκτελεί μια προσπέραση θα οδηγείται από ηλικιωμένο.

Εικόνα 4.8 Προσπέραση σε απαγορευμένη περιοχή (Project151.org / Site dedicate to improve the safety on Routes 151 & 6 in Nelson County, Virginia / Date of access 05.09.2010)



Οι ικανότητες και η συμπεριφορά των ηλικιωμένων οδηγών, στην πραγματικότητα, διαφέρουν σε σχέση με τους νεότερους οδηγούς με διάφορους τρόπους ζωτικής σημασίας. Η ικανότητα κρίσης των κενών κατά το πέρασμα στη λωρίδα αντίθετης κατεύθυνσης είναι ιδιαίτερα σημαντική. Και ενώ στους νεότερους οδηγούς γίνεται σαφής η αλληλεπίδραση της υψηλότερης ταχύτητας και της μικρότερης απόστασης που απαιτείται για προσπέραση, οι ηλικιωμένοι οδηγοί φαίνεται να μην το αντιλαμβάνονται, αν κρίνουμε την συμπεριφορά τους. Για κάποιους ηλικιωμένους οδηγούς, η ικανότητα να διακρίνουν τα κενά σε σχέση με την ταχύτητα του οχήματος και την απόσταση είναι μειωμένη. Η αντίληψη βάθους - δηλαδή η ικανότητα να κρίνουν την απόσταση, και τις αλλαγές στην απόσταση από ένα αντικείμενο - μειώνεται με την ηλικία. Οι McKnight και Stewart το 1990 ανέφεραν ότι η αδυναμία να προσδιορίσουν οι ηλικιωμένοι ένα κενό, δεν συνδέεται απαραίτητα με υψηλό ποσοστό ατυχημάτων, στο βαθμό όμως που οι οδηγοί μπορούν να αντισταθμίσουν τις αδυναμίες τους, με την αποδοχή μόνο υπέρμετρα

μεγάλων κενών. Αυτή η τακτική ωστόσο, έχει αρνητικό αντίκτυπο στη λειτουργικότητα, όπως αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, και δεν είναι πάντα εφικτή προσέγγιση (Staplin, 2001b).

Τέλος σε εργαστηριακές μελέτες που έγιναν από τον Hills το 1975, άτομα μεγαλύτερης ηλικίας χρειάζονται υπερβολικά περισσότερο χρόνο για να αντιληφθούν ότι ένα όχημα κινείται πιο κοντά. Οι Staplin και Lyles το 1991 αναφέρουν έρευνα που δείχνει ότι σε σχέση με τους νεότερους οδηγούς, οι μεγαλύτεροι οδηγοί υποτιμούν την ταχύτητα των οχημάτων που πλησιάζουν.

#### 4.4 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ

Τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των θανάτων που σχετίζονται με τη κυκλοφορία έχει αυξηθεί σημαντικά στις περιοχές όπου λαμβάνουν συντηρήσεις οδικών αξόνων και σε περιοχές κατασκευής οδικών έργων. Μεγάλο ποσοστό αυτής της αύξησης οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού της συντήρησης που απαιτείται, καθώς η υποδομή εθνικών οδών αρχίζει να εμφανίζει σημάδια γήρανσης (Schieber, 1999).

Η κατασκευή νέων οδικών τμημάτων και οι ζώνες συντήρησης του υπάρχοντος δικτύου δημιουργούν παρόμοιες προκλήσεις με αυτές των κόμβων, και είναι ιδιαίτερα δύσκολη για τους ηλικιωμένους οδηγούς, λόγω της ισχυρής τους ικανότητας να παραβιάζουν το προσδόκιμο του οδηγού. Η έρευνα έχει δείξει ότι το προσδόκιμο του οδηγού αποτελεί βασικό παράγοντα που επηρεάζει την ικανότητά του για ασφαλή αντιμετώπιση των ζωνών εργασίας, καθώς και όλων των πτυχών της οδήγησης. Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την αμερικανική ένωση των συνταξιούχων (American Association of Retired Persons (AARP)), τα μέλη ηλικίας από 50 έως 97 δήλωσαν ότι αντιμετωπίζουν δυσκολίες όσον αφορά τον ακριβή προσδιορισμό των αποστάσεων στις ζώνες εργασίας. Πρόσθετα προβλήματα που αναφέρθηκαν, περιλαμβάνουν την έλλειψη κατάλληλων σημάτων προειδοποίησης και την ύπαρξη στενών λωρίδων κυκλοφορίας, το κλείσιμο και τη παράκαμψη λωρίδας κυκλοφορίας και τη δυσκολία να παραμείνουν οι οδηγοί στη λωρίδα κυκλοφορίας τους. Μελέτες έχουν δείξει κατ' εξακολούθηση περισσότερες συγκρούσεις στα τμήματα ενός υπεραστικού δικτύου που περιέχει τις ζώνες εκτέλεσης έργων από ότι στο ίδιο δίκτυο χωρίς τις ζώνες αυτές (Staplin, 2001a, Laura Stanley, 2004).

Οι ηλικιωμένοι οδηγοί βρίσκονται σε ιδιαίτερα μειονεκτική θέση στις ζώνες εκτέλεσης έργων, λόγω της αδυναμίας τους να ανταποκριθούν σε ένα ερέθισμα τόσο γρήγορα όσο νεότεροι οδηγοί και συχνά αντιδρούν διαπράττοντας λάθη. Σε μια μελέτη ανάλυσης συντριβής σε ζώνες εκτέλεση έργων, ερευνητές διαπίστωσαν ότι η προσοχή του οδηγού και μη ικανότητα να παραχωρήσει προτεραιότητα από τα δεξιά είναι τα κύρια αίτια για μια σύγκρουση.

Ο Chiu πραγματοποίησε μελέτη για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης της ηλικίας του οδηγού και μιας ηλεκτροφωτισμένης περιοχής εκτέλεσης έργων, όπως αναφέρει ο Frank Schieber (Schieber, 1999). Συμμετέχοντες ήταν νέοι οδηγοί (ηλικίας 35 ή νεότερη) και

οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας (ηλικίας 58 ετών και άνω). Οι οδηγοί χρησιμοποίησαν ένα προσομοιωτή οδήγησης υπό έξι διαφορετικές καταστάσεις, που ορίζονται από δύο περιοχές εργοταξίου (παράκαμψη όλων των λωρίδων και κλείσιμο μιας λωρίδας κυκλοφορίας) και τρεις συνθήκες φωτισμού (ημέρα, σούρουπο και νύχτα). Όλοι οι οδηγοί έκαναν περισσότερα σφάλματα διεύθυνσης (παρεκκλίσεις πορείας) κατά το σούρουπο και τις νυχτερινές ώρες από ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιπλέον, όλοι οι οδηγοί μείωσαν την ταχύτητα οδήγησης τη νύχτα, αν και νέοι οδήγησαν ελαφρώς ταχύτερα από ότι οι ηλικιωμένοι, ανεξάρτητα από το επίπεδο φωτισμού. Οι ηλικιωμένοι οδηγοί άλλαξαν λωρίδες κυκλοφορίας για την αντιμετώπιση των κλειστών λωρίδων λόγω εκτέλεσης έργων σε πολύ μεταγενέστερο χρόνο από νεότερους, ιδίως στις προσομοιωμένες συνθήκες νύχτας. Όταν ρωτήθηκαν για την χρησιμότητα των συσκευών προσομοίωσης, οι ηλικιωμένοι οδηγοί βρήκαν τη χρήση των ανακλαστήρων ευεργετική, ενώ ορισμένοι νέοι οδηγοί δήλωσαν ότι αποσπάστηκε η προσοχή τους λόγω της υπερβολικής φωτεινότητας από τους ανακλαστήρες.

## 4.5 ΙΣΟΠΕΔΕΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΒΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Σιδηροδρόμων (Federal Railroad Administration (FRA, 1999)), το 1998, υπήρχαν 3.508 ατυχήματα σε ισόπεδες διαβάσεις, με αποτέλεσμα 431 θανάτους και 1.303 τραυματισμούς. Η πλειοψηφία αυτών των περιστατικών (64 τοις εκατό), έγιναν στη διάρκεια της ημέρας, 31 τοις εκατό συνέβησαν τη νύχτα, και 5 τοις εκατό κατά τη διάρκεια της αυγής και της δύσης. Πενήντα πέντε τοις εκατό των συντριβών το 1998 σημειώθηκαν κατά τη διέλευση από αφύλακτες διαβάσεις. Σε μια μελέτη της Κρατικής Επιτροπής Ασφάλειας Μεταφορών (National Transportation Safety Board (NTSB, 1998)), αναφέρθηκε ως η πιθανή αιτία της συντριβής σε 49 από 60 συντριβές αυτοκινήτων σε λάθος του οδηγού σε αφύλακτες σιδηροδρομικές διαβάσεις.

Οι Klein, Morgan, και Weiner το 1994, όπως αναφέρεται στην έκθεση “Κατευθυντήριες Γραμμές και Συστάσεις για την Διευκόλυνση των Ηλικιωμένων Οδηγών και Πεζών” (Guidelines and Recommendations to Accommodate Older Drivers and Pedestrians), που έγινε από την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αυτοκινητοδρόμων της Αμερικής (FHWA) (Staplin, 2001a), ανέλυσαν τα στοιχεία που συνέλεξαν από την Fatal Analysis Reporting System (FARS) από το 1975 έως το 1992 για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των οδηγών που εμπλέκονται σε συγκρούσεις σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις, καθώς και τις συνθήκες υπό τις οποίες τέτοια ατυχήματα συνέβησαν. Η ανάλυση έδειξε ότι οι οδηγοί ηλικίας 25 έως 34 εμπλέκονται με το υψηλότερο ποσοστό (περίπου 25 τοις εκατό) του συνόλου των θανατηφόρων ατυχημάτων σε μια σιδηροδρομική διάβαση, και ακολουθούν οι οδηγοί ηλικίας από 16 έως 20 ετών (περίπου 18 τοις εκατό). Οι οδηγοί των παραπάνω ηλικιακών ομάδων παρουσιάζουν επίσης τα υψηλότερα ποσοστά συμμετοχής σε όλες τις θανατηφόρες συγκρούσεις, με βάση τα δεδομένα συχνότητας ατυχημάτων, όπως αυτά παρελήφθησαν χωρίς καμία διόρθωση. Αντίθετα, οι οδηγοί ηλικίας 65 έως 74 ενεπλάκησαν σε ποσοστό 6,5 τοις εκατό των θανατηφόρων ατυχημάτων σε μια ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση και οι οδηγοί ηλικίας από 74 και άνω αντιπροσωπεύουν περίπου το 5 τοις εκατό των θανάτων. Όπως όμως και σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, τα στοιχεία αυτά δεν αντανakλούν το επίπεδο της έκθεσης σε κίνδυνο που έχουν όλες οι ηλικιακές ομάδες. Ωστόσο, τα στοιχεία δείχνουν ότι το ποσοστό των οδηγών ηλικίας 65 έως 74, οι οποίοι εμπλέκονται σε θανατηφόρα σιδηροδρομικά ατυχήματα, είναι λίγο μεγαλύτερο από το ποσοστό των οδηγών αυτής της ηλικιακής ομάδας που συμμετέχουν σε όλες τις θανατηφόρες συγκρούσεις (4,6 τοις εκατό) και περίπου το ίδιο με όσους

εμπλέκονται σε θανατηφόρα ατυχήματα σε μια διασταύρωση (6,2 τοις εκατό), η οποία αποτελεί ένα από τα πιο επικίνδυνα σημεία του οδικού δικτύου . Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό των ηλικιωμένων οδηγών που εμπλέκονται σε ατυχήματα σε ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση τη νύχτα είναι υψηλότερο από το ποσοστό των ηλικιωμένων οδηγών που εμπλέκεται σε άλλου είδους ατύχημα κατά τη διάρκεια της νύχτας, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη ιδιαίτερων προβλημάτων που συνδέονται με την ύπαρξη των ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων σε συνθήκες μειωμένης ορατότητας.

Εικόνα 4.9 Ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση χωρίς μπάρες και φωτεινή σηματοδότηση (Εφημερίδα Ελευθεροτυπία 26.07.10)



Υπάρχουν διάφορες ικανότητες οι οποίες μειώνονται με την αύξηση της ηλικίας, που μπορεί να μειώσουν την ασφαλή διέλευση από μια ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση κυρίως για ηλικιωμένους οδηγούς. Καλά τεκμηριωμένες απώλειες στην οπτική οξύτητα και την ευαισθησία αντίθεσης σε προχωρημένη ηλικία, μπορεί να καθυστερήσουν σημαντικά την ανίχνευση των πινακίδων σήμανσης κατά τη διάρκεια προσέγγισης του οδηγού σε μια διάβαση, και μπορεί να εμποδίζουν την ανίχνευση μιας αμαξοστοιχίας που υπάρχει στη διασταύρωση και η σύγκρουση να είναι αναπόφευκτη, ειδικά τη νύχτα.

Κατανόηση των ρυθμιστικών διατάξεων της κυκλοφορίας, απόδοση των σχετικών πληροφοριών και επεξεργασία των καθηκόντων μπορεί να δημιουργήσει δυσανάλογη δυσκολία για τους ηλικιωμένους οδηγούς. Παρά το γεγονός ότι οι πινακίδες κινδύνου K-36 και K-37 που χρησιμεύουν ως ένδειξη για παροχή προτεραιότητας οι ερευνητές με



συνέπεια αναφέρουν ότι οι οδηγοί δεν κατανοούν το μήνυμα που επιχειρεί να μεταδώσει (Bridwell, Alicandri, Fischer, και Kloeppel, 1993, Fambro, Shull, Noyce, και Rahman, 1997).

Εικόνα 4.10 Πινακίδες κινδύνου K-36 και K-37 για άμεση γειτονία με αφύλακτη ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση



Επίσης ο Leibowitz το 1985, απέδειξε ότι λανθασμένη αντίληψη για την ταχύτητα της αμαξοστοιχίας και για την απόσταση που αυτή βρίσκεται, μπορεί να παρασύρει τους οδηγούς σε αποφάσεις να διασχίσουν τη διάβαση ριψοκίνδυνα. Οι περισσότεροι οδηγοί δεν γνωρίζουν τις επιπτώσεις αυτής της προοπτικής, το μέγεθος της αμαξοστοιχίας, καθώς και ταχύτητα (π.χ., όσο μεγαλύτερο είναι ένα αντικείμενο, τόσο πιο αργά φαίνεται να κινείται), και αυτό οδηγεί σε ανασφαλείς αποφάσεις διέλευσης. Ο Kinnan (1993) αναφέρει ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, ο οδηγός πιστεύει ότι η απόφαση του να διασχίσει μια ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση είναι λογική. Οι περισσότεροι αυτοκινητιστές υποτιμούν σοβαρά τον κίνδυνο, επειδή δεν μπορούν να μετρήσουν σωστά την ταχύτητα της αμαξοστοιχίας ή την απόστασή της από τη διασταύρωση. Το πρόβλημα αυτό επιδεινώνεται με την ηλικία, λόγω της μείωσης της δυνατότητας των ηλικιωμένων να προσδιορίσουν την ταχύτητα και την απόσταση.

Τέλος, η απώλεια ακοής που συνδέονται με την ηλικία, μπορεί να συμβάλει σε αποτυχία ανίχνευσης μια αμαξοστοιχία που πλησιάζει μια διάβαση. Σύμφωνα με κυβερνητικές στατιστικές (DHHS, 1994), περίπου 30 με 35 τοις εκατό των ατόμων ηλικίας 65 έως 75 έχουν απώλεια ακοής, και το ποσοστό αυτό αυξάνεται σε 40 τοις εκατό για τα άτομα ηλικίας άνω των 75. Ο Janke (1994) ανέφερε ότι οι εντελώς κωφοί άνδρες έχουν περισσότερες συγκρούσεις από ότι οι μη-κωφοί, και ότι οι οδηγοί που φορούν ακουστικά βαρηκοΐας έχουν αυξημένο κίνδυνο σύγκρουσης σε σχέση με τους οδηγούς που δεν

φορούν τους (με εξαίρεση τα άτομα που φορούσαν προηγουμένως ακουστικά βαρηκοΐας στη συνέχεια σταμάτησαν να τα φορούν, οι οποίοι έχουν ένα ακόμη χειρότερο ποσοστό). Έτσι, τα ακουστικά σήματα από ένα τρένο δεν μπορεί να είναι απόλυτα αποτελεσματικά, ως δευτερεύον σύστημα προειδοποίησης, για άτομα με προβλήματα όρασης ή οδηγούς που παραμελούν την σωστή οπτική σάρωση σε σιδηροδρομικές διαβάσεις, εάν έχουν προβλήματα ακοής. Ταυτόχρονα, τα στοιχεία δείχνουν ότι οι ακουστικές προειδοποιήσεις μπορεί να βοηθήσουν στη μείωση συγκρούσεων τη διάρκεια της νύχτας, όπως αποδεικνύεται από την αύξηση 195 τοις εκατό των συγκρούσεων στη Φλώριδα ως αποτέλεσμα της απαγόρευσης του νυχτερινού σφυρίγματος των τρένων από τις 22:00 μ.μ. έως τις 6:00 π.μ. (Kinnan, 1993) .

Μεγάλος όμως είναι και ο κίνδυνος πεζών και των ποδηλατών μέσα σε ένα αστικό δίκτυο λόγω ύπαρξης των ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων. Παρόλο που μέσα σε μια πόλη οι ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις είναι επί το πλείστον φυλασσόμενες, και υπάρχουν και ανισόπεδες διαβάσεις για τους πεζούς, πολλά είναι τα ατυχήματα με εμπλεκόμενους πεζούς και ποδηλάτες και μάλιστα ηλικιωμένους. Ο κύριος λόγος των ατυχημάτων αυτών, είναι ότι οι ανισόπεδες διαβάσεις των πεζών δεν βρίσκονται σε ικανοποιητική μεταξύ τους απόσταση και ότι πολλές από αυτές τις διαβάσεις δεν είναι προσβάσιμες σε ευάλωτους χρήστες, στους οποίους ανήκουν και οι ηλικιωμένοι. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι οι αυθαίρετες διαβάσεις πεζών που δημιουργούνται με την καταστροφή των φρακτών στις κατοικημένες περιοχές κατά μήκος των σιδηροδρομικών γραμμών. Και αν η χρήση των αυθαίρετων αυτών διαβάσεων είναι επικίνδυνη για τους νεότερους χρήστες, μπορεί κανείς να φανταστεί πόσο αυξάνεται η επικινδυνότητα τους στους ηλικιωμένους χρήστες, οι οποίοι εκτός από τα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω σχετικά με την μείωση της ικανότητά τους να αντιληφθούν μια αμαξοστοιχία, να προσδιορίσουν σωστά την ταχύτητά της και την απόσταση στην οποία βρίσκεται, αντιμετωπίζουν και κινητικά προβλήματα με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου διέλευσης από τις σιδηροδρομικές γραμμές.

## **5. ΛΥΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΘΑ ΒΟΗΘΗΣΟΥΝ ΤΟΥΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ**

Στις μέρες μας που ο αριθμός των ηλικιωμένων αυξάνεται συνεχώς, είναι απαραίτητο κάποια από τα πρότυπα σχεδιασμού του οδικού δικτύου να αναθεωρηθούν, ώστε η συγκοινωνιακή υποδομή να γίνει φιλική στο μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών. Άλλωστε πολλά από πρότυπα αυτά που χρησιμοποιούνται έως σήμερα βασίζονται σε χαρακτηριστικές επιδόσεις ενός νεότερου πληθυσμού όπως επικρατούσε σε παλαιότερα χρόνια. Κατανοώντας τις δυσκολίες των ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού, γίνεται πιο εύκολα αντιληπτό ποιες είναι οι βελτιώσεις αυτές που μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα υπάρχον δίκτυο αλλά και ποιες οι αλλαγές που είναι απαραίτητο να γίνουν στα πρότυπα σχεδιασμού ενός οδικού συστήματος, ώστε να διευκολυνθούν οι ηλικιωμένοι χρήστες.

Οι τροποποιήσεις που μπορούν να γίνουν στο οδικό δίκτυο και αποτελούν λύσεις στα παραπάνω προβλήματα των ηλικιωμένων χρηστών και αφορούν στην συγκοινωνιακή υποδομή, παρουσιάζονται αναλυτικά σε αυτό το κεφάλαιο.

## 5.1 ΚΟΜΒΟΙ

### 5.1.1 Ισόπεδοι κόμβοι

Αναγνωρίζοντας ότι οι διασταυρώσεις είναι ιδιαίτερα προβληματικές για τους χρήστες μεγαλύτερης ηλικίας, προτεραιότητα για την ασφαλέστερη χρήση των οδών από ηλικιωμένους είναι η βελτίωση τους. Πρακτικές για να βελτιώσουν την ικανότητά των ηλικιωμένων οδηγών να κινηθούν στους κόμβους, περιλαμβάνουν τη χρήση μεγαλύτερων πινακίδων σήμανσης με μεγαλύτερα γράμματα για τον προσδιορισμό των ονομάτων των οδών, τη συνεπή τοποθέτηση των πληροφοριακών πινακίδων σήμανσης και των βελών κατευθύνσεων της οριζόντιας σήμανσης, την ευθυγράμμιση των λωρίδων κυκλοφορίας που θα βελτιώσει την ικανότητα των οδηγών να βλέπουν το αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας, καθώς και τη χρήση ανακλαστήρων στις επιφάνειες αποκλεισμού και στα κράσπεδα των νησίδων στους κόμβους ώστε να είναι έχουν καλύτερη ορατότητα τις βραδινές ώρες (United States Government Accountability Office, 2007).

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα προτάσεις για επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στους κόμβους ώστε οι ηλικιωμένοι χρήστες να νιώθουν μεγαλύτερη ασφάλεια:

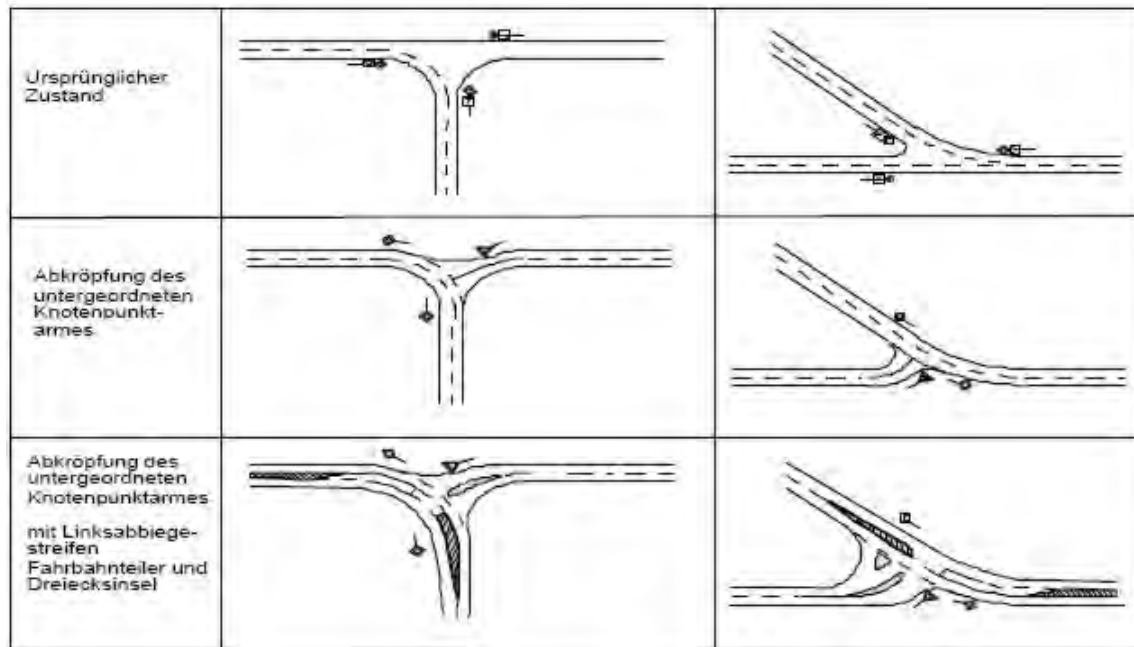
#### 5.1.1.1 Βελτίωση ορατότητας σε έναν κόμβο

Η βελτίωση της ορατότητας σε έναν κόμβο μπορεί να γίνει:

- **Αλλάζοντας το γεωμετρικό σχεδιασμό των κόμβων ώστε να μειωθεί ή ακόμη και να εξαλειφθεί η λοξότητα σε έναν κόμβο**

Η σωστή γωνία διασταύρωσης δυο οδών είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια όλων των χρηστών και κυρίως των ηλικιωμένων οδηγών. Η γωνία των 90 μοιρών είναι η ιδανική για την μεγαλύτερη δυνατή ορατότητα σε έναν κόμβο. Γωνία συμβολής μικρότερη από 75 μοίρες είναι σχεδόν απαγορευτική. Συνίσταται όπου είναι δυνατόν, να υπάρξουν τροποποιήσεις τέτοιες ώστε να αλλάξει η γωνία συμβολής, με τρόπους όπως για παράδειγμα προτείνεται στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 5.1 & 5.2).

Εικόνα 5.1 Αποκατάσταση τυπικών μορφών (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης, Σημειώσεις μαθήματος: Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Συγκοινωνιακά Συστήματα: Υποδομή , Ν. Ηλιού).



Εικόνα 5.2 Τροποποίηση χάραξης για αλλαγή γωνίας συμβολής (Federal Highway Administration)



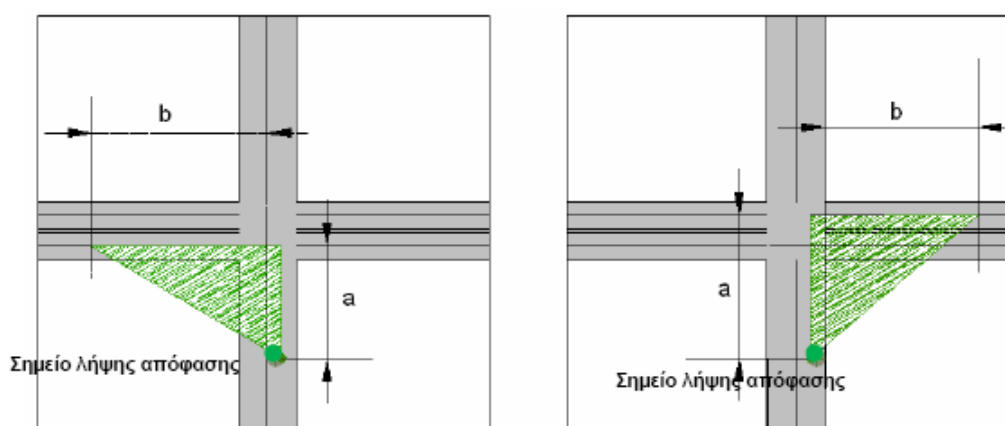
- **Παρέχοντας επαρκή και χωρίς εμπόδια τρίγωνα ορατότητας σε έναν κόμβο**

Τα τρίγωνα ορατότητας είναι οι περιοχές σε κάθε γωνία ενός κόμβου που πρέπει να παρέχουν τα επαρκή μήκη ορατότητας στους οδηγούς. Κάθε αντικείμενο το οποίο μπορεί να εμποδίζει την ορατότητα στον οδηγό θα πρέπει να μετακινηθεί εάν αυτό είναι δυνατόν. Τέτοια αντικείμενα μπορεί να είναι παρκαρισμένα αυτοκίνητα, βλάστηση, κτίρια και άλλα φυσικά αντικείμενα.

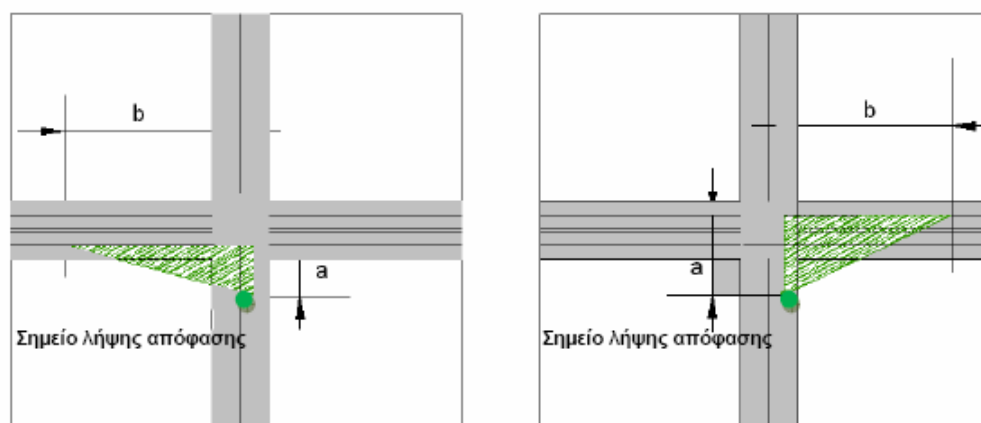
Υπάρχουν δυο τύποι τριγώνων ορατότητας: τα τρίγωνα προσέγγισης και τα τρίγωνα αναχώρησης. Τα τρίγωνα προσέγγισης (Σχήμα 5.2) θα πρέπει να παρέχουν τα απαραίτητα μήκη στους οδηγούς κατά μήκος και των δυο διασταυρούμενων δρόμων, τα οποία θα τους επιτρέπουν να επιβραδύνουν ή και να σταματήσουν σε μια πιθανή σύγκρουση. Τα τρίγωνα αναχώρησης (Σχήμα 5.3) παρέχουν την απόσταση ορατότητας στον ακινητοποιημένο οδηγό του δευτερεύοντα δρόμου που θέλει να εισέλθει ή να διασχίσει τον πρωτεύοντα δρόμο. Οι διαστάσεις των τριγώνων εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης, από τον τύπο του κυκλοφοριακού ελέγχου κι από την συμπεριφορά των οδηγών. Τα τρίγωνα ορατότητας αναχώρησης χρησιμοποιούνται σε ελεγχόμενους κόμβους με ρυθμιστική πινακίδα υποχρεωτικής διακοπής πορείας ή με υποχρεωτική παραχώρηση προτεραιότητας. Οι διαστάσεις αυτών εξαρτώνται από την συμπεριφορά των οδηγών και από το κρίσιμο διάκενο (AASHTO 2001. Σχετική αναφορά (ΚΟΛΑ Ε., 2009)). Σχετικά δε με την υπολογισμό του τριγώνου ορατότητας για έναν κόμβο, λόγω των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι όπως αυτά αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.1.1.i προτείνεται από την AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) στις μελέτες να λαμβάνεται υπόψη μεγαλύτερος χρόνος αντίληψης-αντίδρασης (PRT), και μην είναι μικρότερος από 2,5 sec για τον υπολογισμό απόστασης πέδησης (Σχετική αναφορά (Davidse R., 2007)). Για να προσαρμοστούμε όμως στις σημερινές καταστάσεις, οι Hooper και McGee το 1983 προτείνουν ο χρόνος αυτός να αυξηθεί σε 3.2 δευτερόλεπτα (Laura Stanley, 2004). Και όσο το ποσοστό των ηλικιωμένων οδηγών αυξάνεται, ο χρόνος αυτός θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα.

Επίσης όταν ο υπολογισμός του απαιτούμενου τριγώνου ορατότητας για μια αριστερή στροφή σε έναν κόμβο, από τον κύριο δρόμο από ένα ακινητοποιημένο αυτοκίνητο βασίζεται σε μοντέλο αποδεχόμενων διάκενων, συνιστάται να χρησιμοποιείται διάκενο όχι μικρότερο των 8.0 δευτερολέπτων συνυπολογίζοντας 0.5 δευτερόλεπτα για κάθε επιπρόσθετη λωρίδα κυκλοφορίας που θα διασχίσει ο οδηγός του οχήματος που στρίβει ώστε για να ληφθεί υπόψη η μειωμένη ταχύτητα λήψης μιας απόφασης των ηλικιωμένων οδηγών.

Εικόνα 5.3 Τρίγωνα ορατότητας προσέγγισης (ΚΟΛΑ Ε., 2009)



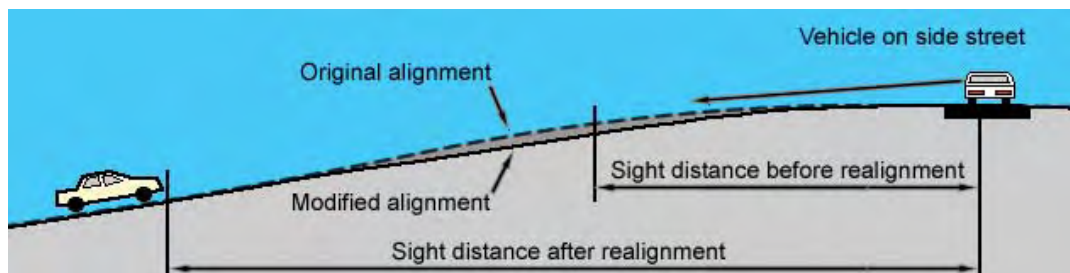
Εικόνα 5.4 Τρίγωνα ορατότητας αναχώρησης (ΚΟΛΑ Ε., 2009)



- **Τροποποιώντας την οριζόντια ή/και την κατακόρυφη καμπυλότητα**

Η εξάλειψη της οριζόντιας και / ή της κατακόρυφης καμπυλότητας στην περιοχή ενός κόμβου έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των ατυχημάτων κατά 20%.

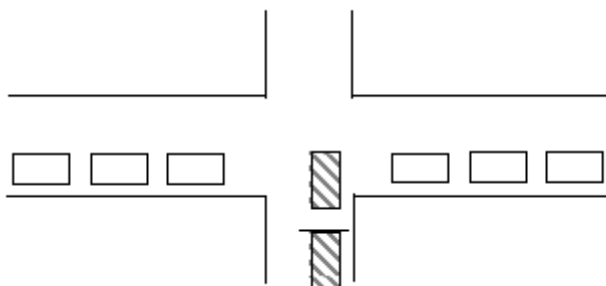
Εικόνα 5.5 Η εικόνα αντικατοπτρίζει πώς οι αλλαγές στην κατακόρυφη στοίχιση μπορεί να επηρεάσουν την εξ αποστάσεως ορατότητα. Ακόμα και μικρές αλλαγές μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο (NCHRP, 2006)



- **Απαγορεύοντας τη στάθμευση σε σημεία που περιορίζουν την ορατότητα**

Στάθμευση κοντά σε μια διασταύρωση στην οποία έχουν αναφερθεί ατυχήματα είναι σκόπιμο να απαγορεύεται (Σχήμα 5.4).

Εικόνα 5.6 Στάθμευση κοντά σε μια διασταύρωση (NCHRP, 2006)





#### 5.1.1.2 Σαφής καθορισμός προτεραιότητας σε έναν κόμβο

Οι οδηγοί και κυρίως οι ηλικιωμένοι ειδικά όταν οδηγούν για πρώτη φορά σε μια περιοχή αποκτούν αμφιβολίες για το ποιος έχει προτεραιότητα σε έναν δρόμο. Στην Ελλάδα ισχύει η προτεραιότητα από τα δεξιά. Αυτό όμως δεν ισχύει σε όλες τις χώρες. Επίσης ο κανόνας δεν ισχύει σε υπεραστικούς δρόμους, τηρείται όμως σε δευτερεύουσες αστικές οδούς.

Ο πιο απλός τρόπος για τον καθορισμό της προτεραιότητας είναι η χρήση των σημάτων STOP ή των σημάτων παραχώρησης προτεραιότητας. Η ύπαρξη των παραπάνω πινακίδων σήμανσης βοηθάει στις αστικές περιοχές (σε αντίθεση με τις υπεραστικές που αποτελεί αιφνιδιασμό και συνεχή κίνδυνο για όλους τους οδηγούς ανεξαρτήτου ηλικίας) και κυρίως τους ηλικιωμένους που δεν θα χρειάζεται σε κάθε κόμβο να προσπαθούν να προσδιορίσουν την από δεξιά προτεραιότητα (ΚΑΣΑΠΗ Ε., 2007).

Επίσης η χρήση των ακουστικών ταινιών (rumble strips), πριν την προσέγγιση σε έναν κόμβο, στο δρόμο που δεν έχει προτεραιότητα θα επιστήσει την προσοχή των ηλικιωμένων οδηγών λόγω του ακουστικού και κραδασμικού αποτελέσματος.

Εικόνα 5.7 Η χρήση των ακουστικών ταινιών πριν την προσέγγιση σε έναν κόμβο θα επιστήσει την προσοχή του οδηγού (NCHRP, 2006)



Τέλος ένας άλλος τρόπος για τον προσδιορισμό της προτεραιότητας στους κόμβους είναι η χρήση των κυκλικών κόμβων, όπου διεθνώς έχουν προτεραιότητα οι κινούμενοι στον κόμβο έναντι των εισερχόμενων. Στους κυκλικούς κόμβους μπορούν να εξυπηρετηθούν περισσότερα σκέλη (μέχρι 6) και η σοβαρότητα των ατυχημάτων είναι πολύ μικρότερη από ότι στους συμβατικούς κόμβους. Στο κεφάλαιο 5.1.1.6 γίνεται ειδική αναφορά στους κυκλικούς κόμβους.

#### **5.1.1.3 Βελτίωση υποδομής για τις αριστερές στροφές σε έναν κόμβο**

Σε έναν κόμβο οι αριστερές στροφές όπως έχει ήδη αναφερθεί αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους λόγους εξαιτίας του οποίου προκαλούνται ατυχήματα με εμπλεκόμενους κυρίως ηλικιωμένους. Μερικά από τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν ώστε οι αριστερές στροφές σε έναν κόμβο να γίνονται με μεγαλύτερη ασφάλεια παραθέτονται παρακάτω:

- **Τοποθέτηση φωτεινών σηματοδοτών σε κόμβους οι οποίοι θα ελέγχουν τις αριστερές στροφές**

Στους κόμβους όπου η κυκλοφορία ελέγχεται από φωτεινούς σηματοδότες, λάθη στην παραχώρηση προτεραιότητας σε μια αριστερή στροφή που προκαλούν ατυχήματα, μπορούν να αποφευχθούν με την τοποθέτηση φωτεινών σηματοδοτών που δεν θα επιτρέπουν ταυτόχρονα αντικρουόμενες κινήσεις. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες της οδού δεν θα είναι αναγκασμένοι να αποφασίζουν εάν είναι ασφαλές να πραγματοποιήσουν μια αριστερή στροφή (Hakamies-Blomqvist et al., 2004).

Εικόνα 5.8 Τοποθέτηση ξεχωριστού φωτεινού σηματοδότη για τον έλεγχο των αριστερών στροφών (Web source: <http://www.mysouthborough.com/2010/01/07/good-question-whos-responsible-for-traffic-lights-in-town>)



#### ■ Διαμόρφωση λωρίδας αριστερής στροφής εξόδου

Η προσθήκη λωρίδας αριστερής στροφής εξόδου σε έναν μη σηματοδοτούμενο κόμβο μιας κύριας οδού μειώνει τα συνολικά ατυχήματα, όπως αναφέρεται σε έκθεση του National Cooperative Highway Research Program (NCHRP, 2006)

Πίνακας 5.1 Μείωση ατυχημάτων σε κόμβους όπου διαμορφώθηκε λωρίδα για αριστερές στροφές (NCHRP, 2006)

Accident Reductions	3-Legged Intersection	4-Legged Intersection*
Rural	44%	28%
Urban	33%	27%

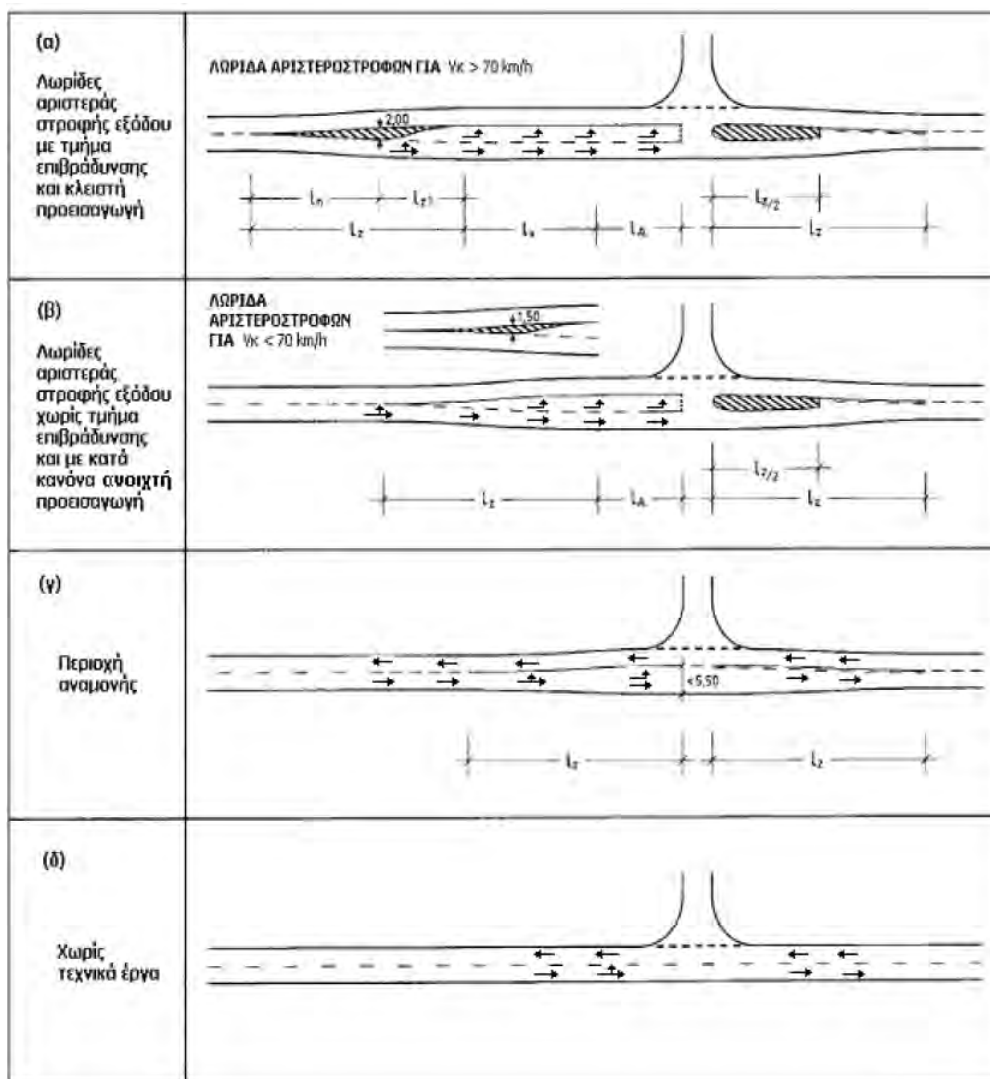
\*Installation of left-turn lanes on both major approaches would nearly double the effectiveness

Εικόνα 5.9 Κόμβος με διαμορφωμένη λωρίδα για αριστερές στροφές εξόδου (NCHRP, 2006)



Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5.10) φαίνονται κάποιες τυπικές διαμορφώσεις λωρίδων αριστερής στροφής εξόδου.

Εικόνα 5.10 Τυπικά σχήματα λωρίδων για αριστερή στροφή εξόδου (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης, Σημειώσεις μαθήματος: Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Συγκοινωνιακά Συστήματα: Υποδομή, Ν. Ηλιού).

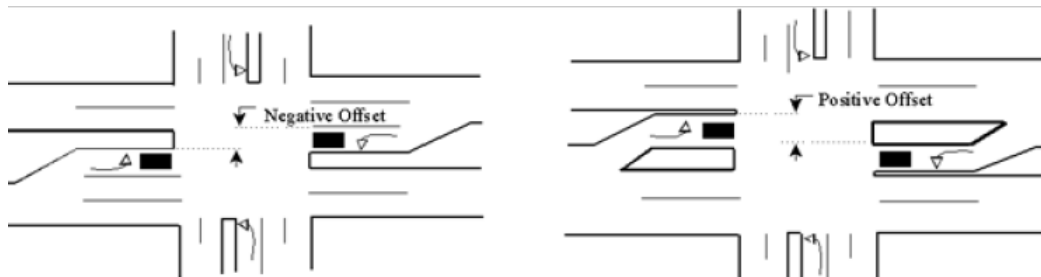


Σε περιπτώσεις 4σκελή κόμβου οι απέναντι λωρίδες για αριστερή στροφή εξόδου και τα οχήματα που χρησιμοποιούν τις λωρίδες αυτές μπορούν να περιορίσουν την ορατότητα των επερχόμενων οχημάτων στους οδηγούς που θέλουν να στρίψουν. Το επίπεδο του περιορισμού της ορατότητας εξαρτάται από τη σχετική θέση των δυο απέναντι λωρίδων αριστερής στροφής εξόδου, όπως και από τον τύπο-μέγεθος του οχήματος που περιμένει να στρίψει. Η απόσταση περιορισμένης



ορατότητας μπορεί να ελαχιστοποιηθεί ή να εξαλειφθεί μετατοπίζοντας τις απέναντι λωρίδες αριστερής στροφής προς τα δεξιά (positive offset) , έτσι ώστε οι οδηγοί που στρίβουν αριστερά να μην εμποδίζουν την ορατότητα της επερχόμενης κίνησης. Η διαφορά των δυο παραπάνω κόμβων γίνεται κατανοητή στην εικόνα 5.11 (European Commission, 2009)

Εικόνα 5.11 Μετατόπιση (Positive offset) και μη (No offset) λωρίδων αριστερής στροφής εξόδου (European Commission, 2009).



Εικόνα 5.12 Ισόπεδος κόμβος με μετατοπισμένη τη λωρίδα αριστερής στροφής (NCHRP, 2006)



■ **Διαμόρφωση μεγαλύτερου μήκους λωρίδας αριστερής στροφής εξόδου**

Η βοηθητική λωρίδα για την αριστερή στροφή περιλαμβάνει:

- Τμήμα μεταβαλλόμενου άκρου διατομής
- Τμήμα επιβραδύνσεως
- Τμήμα αναμονής

Σε έναν κόμβο οι οπίσθιες συγκρούσεις προκύπτουν μεταξύ των οχημάτων που θέλουν να στρίψουν αριστερά και αυτών που συνεχίζουν την πορεία τους ευθεία. Πρέπει λοιπόν το μήκος της αριστερής λωρίδας στροφής εξόδου και μάλιστα το τμήμα αναμονής να είναι επαρκές.

Εικόνα 5.13 Μικρού μήκους τμήμα αναμονής για την εκτέλεση αριστερής στροφής (FREEMARK Υ., 2009)



■ **Διοχέτευση της κυκλοφορίας στη περιοχή του ερείσματος**

Σε 3σκέλη κόμβους (μορφής T) του πρωτεύοντος δικτύου με δύο λωρίδες κυκλοφορίας, η διοχέτευση της κυκλοφορίας σε διαπλευσμένη λωρίδα στην περιοχή του ερείσματος, μπορεί να προσφέρει ένα αποτελεσματικό υποκατάστατο μιας λωρίδας αριστερής στροφής στον κεντρικό δρόμο, όπου η παροχή μιας λωρίδας αριστερής στροφής είναι οικονομικά ανέφικτη. Αντί να παρέχεται μια βοηθητική λωρίδα αριστερής στροφής εξόδου για τους οδηγούς που στρίβουν αριστερά από το κύριο δρόμο, τμήμα του ερείσματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως λωρίδα πορείας, ενθαρρύνοντας τους οδηγούς να χρησιμοποιούν αυτή λωρίδα ερείσματος ώστε να παρακαμφθούν τα οχήματα που περιμένουν να στρίψουν αριστερά. Αυτή η λύση συνεπάγεται σημαντικά χαμηλότερο κόστος από την παροχή ενός συμβατικής λωρίδας αριστερής στροφής εξόδου, και σε κόμβους με μικρό φόρτο, μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική.

Εικόνα 5.14 Διοχέτευση της κυκλοφορίας στο έρεισμα στους κόμβους μορφής T (NCHRP, 2006)





- **Διαμόρφωση αριστερής λωρίδας επιτάχυνσης σε δρόμους υψηλών ταχυτήτων με διαχωρισμένα οδοστρώματα**

Οι οδηγοί που στρίβουν σε έναν δρόμο υψηλών ταχυτήτων (πρωτεύων οδικό δίκτυο) επιταχύνουν ώσπου να επιτευχθεί η επιθυμητή για την υπεραστική οδό ταχύτητα. Όταν ξεκινούν να επιταχύνουν, κατά την είσοδό τους, μπορεί να διαταράξουν την ροή της διερχόμενης κυκλοφορίας. Ειδικά σε έναν ηλικιωμένο οδηγό η παραπάνω διαδικασία του προκαλεί επιπρόσθετο άγχος και δυσκολία. Μια βοηθητική λωρίδα επιτάχυνσης με ικανοποιητικό μήκος μπορεί να βοηθήσει στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι οδηγοί.

Εικόνα 5.15 Διαμόρφωση αριστερής λωρίδας επιτάχυνσης σε υπεραστικές οδούς με διαχωρισμένα οδοστρώματα (NCHRP, 2006)



#### 5.1.1.4 Βελτίωση της σήμανσης σε έναν κόμβο

Η βελτίωση στη σήμανση ενός κόμβου παίζει σημαντικό ρόλο στην ασφάλεια των οδηγών και κυρίως των ηλικιωμένων λόγω κυρίως των προβλημάτων όρασης που αυτοί έχουν. Η αναβάθμιση της σήμανσης αφορά τόσο στην οριζόντια, όσο και στην κατακόρυφη σήμανση και μπορεί να πραγματοποιηθεί βελτιώνοντας τις κυρίως τις παρακάτω παραμέτρους:

- **Αύξηση του μεγέθους γραμματοσειράς στις πληροφοριακές πινακίδες και του μεγέθους του συμβόλου στις ρυθμιστικές πινακίδες και τις πινακίδες κινδύνου**

Η χρησιμοποίηση μεγαλύτερου μεγέθους πινακίδων ονοματοθεσίας βοηθούν έναν ηλικιωμένο οδηγό στον έγκαιρο εντοπισμό της τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται και με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η άσκοπη επιβράδυνση ή και ακινητοποίηση του οχήματος για να διαβάσει τις πινακίδες και να ανταποκριθεί σε αυτές.

Επίσης η χρήση μεγαλύτερου μεγέθους πινακίδων κινδύνου και ρυθμιστικών πινακίδων έχει ως αποτέλεσμα να είναι ευκολότερα ορατές από τους ηλικιωμένους με αποτέλεσμα να προσέχουν περισσότερο.

Εικόνα 5.16 Μεγαλύτερου μεγέθους ρυθμιστικών πινακίδων και πινακίδων κινδύνου και με μεγαλύτερη αντανάκλαστικότητα είναι περισσότερο εμφανείς από τους ηλικιωμένους (United States Government Accountability Office, 2007)



Η σημασία της αναγνωσιμότητας των πινακίδων ονοματοθεσίας έχει να κάνει με το χρόνο και την προσπάθεια που απαιτείται για την ανάγνωση του ονόματος μιας οδού (Davidse R., 2007). Μπορεί λοιπόν κανείς να φανταστεί το είδος του κινδύνου που θα μπορούσε να προκύψει από έναν οδηγό του οποίου η προσοχή αποσπάται από το βασικό καθήκον οδήγησης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ή από έναν οδηγό που ξαφνικά φρενάρει καθώς προσεγγίζει μια πινακίδα ονοματοθεσίας. Παράγοντες που επηρεάζουν την αναγνωσιμότητα των πινακίδων που περιέχουν πληροφορίες για το όνομα της οδού, είναι μεταξύ άλλων η αντίθεση, η φωτεινότητα, η γραμματοσειρά, το ύψος και το πλάτος των γραμμάτων και απόσταση των χαρακτήρων και των λέξεων. Οι παράγοντες αυτοί γίνονται πιο σημαντικοί με την επιδείνωση της όρασης του χρήστη της οδού. Το εγχειρίδιο για τον σχεδιασμό των υπεραστικών οδών για τους ηλικιωμένους “ Highway Design Handbook for Older Drivers and Pedestrians ” συνιστά ελάχιστο ύψος γραμμάτων τα 150 mm σε όλους τους δρόμους όπου το όριο ταχύτητας άνω των 40 km / h.

Δεδομένου ότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν (π.χ. να στρίψουν σε δρόμο) από τη στιγμή που θα λάβουν την πληροφορία κατεύθυνσης (π.χ. το όνομα μιας οδού), η θέση της πληροφοριακής πινακίδας είναι εξίσου σημαντική: ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας θα πρέπει να έχουν επαρκή χρόνο για να προετοιμαστούν για να εκτελέσουν τις πράξεις τους.

#### ■ Χρήση πληροφοριακών πινακίδων

Ο επιβραδυνόμενος χρόνος αντίληψης-αντίδρασης των ηλικιωμένων οδηγών που είναι υπεύθυνος για τον επιπλέον χρόνο που χρειάζονται για ενεργήσουν όπως έχει ήδη προαναφερθεί, απαιτεί την έγκαιρη προειδοποίηση των αλλαγών στη διαμόρφωση των λωρίδων κυκλοφορίας. Τα βέλη κατευθύνσεων στην οριζόντια σήμανση που μπορούν να παρέχουν τέτοιου είδους πληροφορίες έχουν το μειονέκτημα ότι μπορούν εύκολα να ξεθωριάσουν, είναι λιγότερο ορατά στην κακοκαιρία και μπορεί να καλυφθούν από τα αυτοκίνητα σε μια διασταύρωση (Davidse R., 2007). Ως εκ τούτου, ο Staplin (Staplin, 1998) συνιστά τη χρήση πληροφοριακών πινακίδων σήμανσης πάνω από την οδό, πριν από έναν κόμβο ως

συμπληρωματική της οριζόντιας σήμανσης. Οι οδηγοί θα πρέπει να είναι σε θέση να διαβάσουν τις πινακίδες αυτές τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα πριν από τον κόμβο (για τις ταχύτητες λειτουργίας π.χ. σε απόσταση 50 m για ταχύτητα 36 km/h), ανεξαρτήτως του ιδιαίτερου φωτισμού ή των διατάξεων οριοθέτησης που εφαρμόζονται σε έναν κόμβο.

- **Χρήση οριζόντιας σήμανσης και οριοθέτησης των νησίδων και άλλων εμποδίων**

Η οριζόντια σήμανση βοηθάει του ηλικιωμένους οδηγούς να διατηρούν τη σωστή θέση στη λωρίδα κυκλοφορίας και να τους ενημερώνει για την πορεία που πρέπει να ακολουθήσουν. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού για την οριζόντια σήμανση, ώστε να έχει διάρκεια, αντολισθηρότητα, να είναι όσο το δυνατόν πιο φωτεινή και να έχει μεγάλο συντελεστή οπισθανάκλασης, διευκολύνει του ηλικιωμένους χρήστες. Επίσης η χρήση ανακλαστήρων προσφέρει στους ηλικιωμένους μεγαλύτερη ασφάλεια.

Επιπρόσθετα η χρήση οριοδεικτών οι οποίοι καθορίζουν τα όρια μιας οδού σε περιπτώσεις ασαφούς χάραξης ή αξιολογής μεταβολής της, κρίνεται απαραίτητη.

#### **5.1.1.5 Φωτεινοί σηματοδότες και ηλεκτροφωτισμός**

##### *Φωτεινοί σηματοδότες*

Η χρήση φωτεινής σηματοδότησης σε έναν κόμβο και κυρίως σε έναν αστικό κόμβο είναι ορισμένες φορές απαραίτητη για την απρόσκοπτη και ασφαλή λειτουργία του κόμβου. Οι σηματοδότες απαιτείται να δουλεύουν με ορθότητα και σαφήνεια υπό οποιασδήποτε συνθήκες καιρού και ορατότητας ώστε να διευκολύνουν πρωτίστως τους ηλικιωμένους χρήστες, οι οποίοι από την φύση τους αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα τόσο όρασης όσο και αντίδρασης – αντίληψης (ΤΣΑΝΑΚΤΣΙΔΗΣ, 2003).

Η φωτεινότητα αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο ενός συστήματος σηματοδότησης της οποίας τα χαρακτηριστικά είναι η φωτεινή ένταση, η αντίθεση με το περιβάλλον και ο

περιορισμός της θάμβωσης λόγω απευθείας πρόσπτωσης του ηλιακού φωτός. Η ελάχιστη ικανοποιητική ένταση για τους ηλικιωμένους είναι της τάξεως των 200 cd για σηματοδότες με διάμετρο 200 mm και 300 cd για διάμετρο 300 mm, ενώ η χρήση ειδικού πλαισίου όπισθεν της κεφαλής σηματοδότησης επιβάλλεται (Staplin, 2001a).

### *Ηλεκτροφωτισμός*

Ο φωτισμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τους ηλικιωμένους ανθρώπους συγκριτικά με το μέσο χρήστη μιας οδού. Τόσο το μικρό μέγεθος της κόρης των οφθαλμών, όσο και το κιτρίνισμα του φακού των ηλικιωμένων, μειώνει τη ποσότητα του φωτός που φτάνει στον αμφιβληστροειδή. Έτσι οι άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας χρειάζονται πηγές φωτός μεγαλύτερης έντασης. Επιπλέον, η έγκαιρη προειδοποίηση για απρόβλεπτες καταστάσεις και αλλαγές στη διαμόρφωση και πλάτος των λωρίδων κυκλοφορίας είναι χρήσιμη για μεγαλύτερους ενήλικες, λόγω του αυξημένου χρόνου αντίληψης-αντίδρασης τους και αυτές οι προειδοποιήσεις μπορούν να εξασφαλιστούν με φωτισμό στις περιοχές αυτές (Davidse R., 2007). Ως εκ τούτου, ο Staplin (Staplin, 2001a) συνιστά σταθερές εγκαταστάσεις φωτισμού όταν:

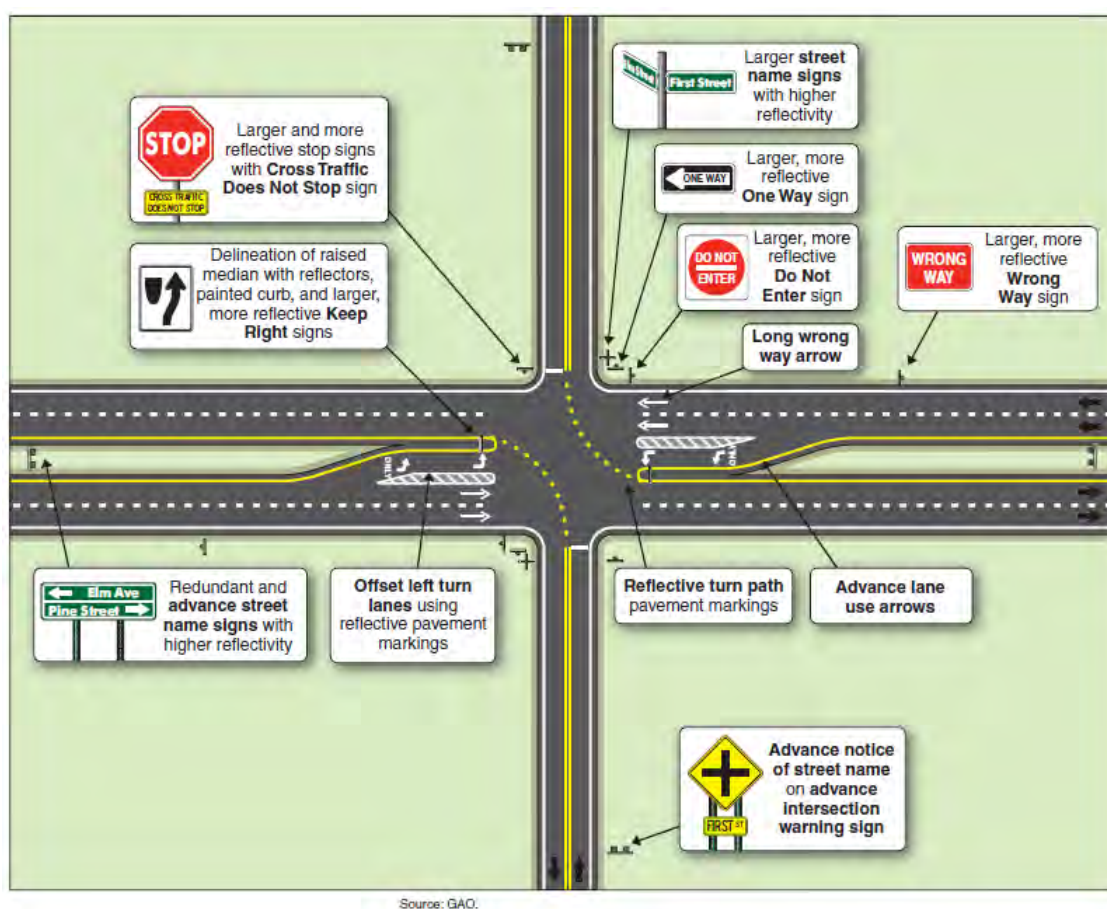
(α) το ενδεχόμενο της ανάποδης εισόδου σε έναν μονόδρομο είναι μεγάλο (σύμφωνα με τη κρίση του μηχανικού ή της μεγάλης εμπειρίας από αντίστοιχες συγκρούσεις στο συγκεκριμένο σημείο)

(β) όταν κατά το χάραμα ή τις βραδινές ώρες η κίνηση των πεζών είναι υψηλή και

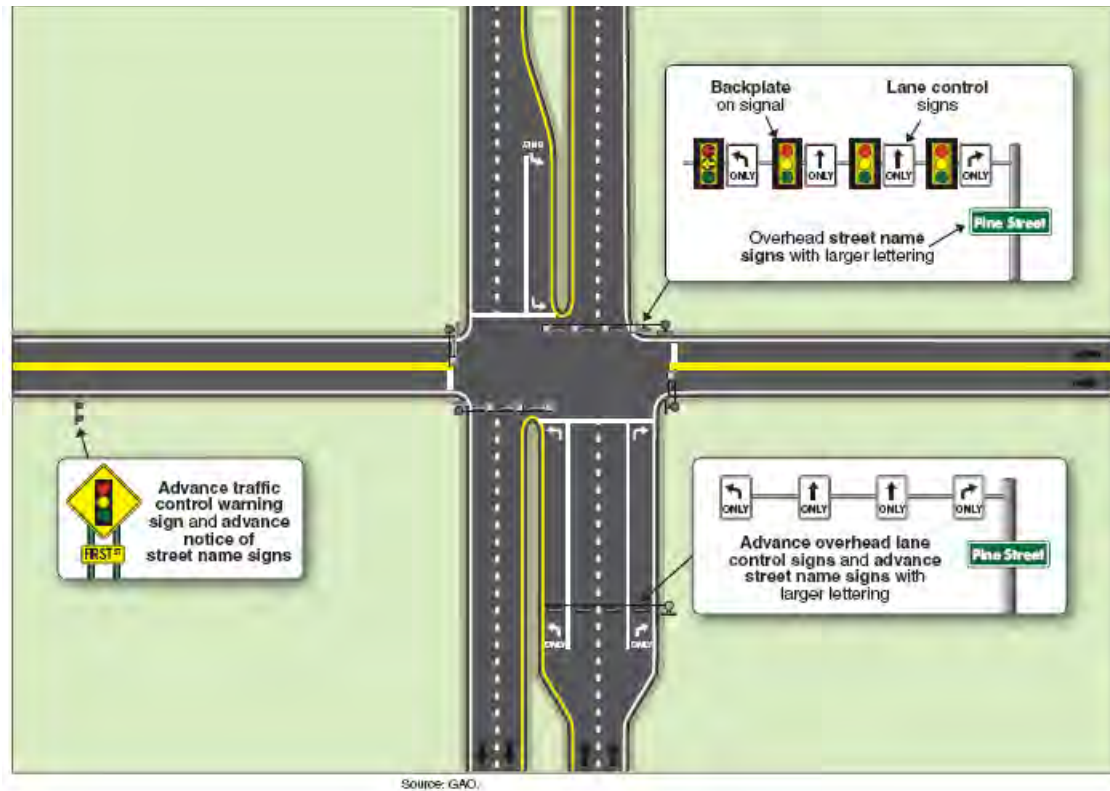
(γ) όπου έχουμε μεταβολή οριζόντιας χάραξης, για να καθορίζονται οι βοηθητικές στροφές εξόδου και όπου το πλάτος των πεζοδρομίων ελαττώνεται κοντά σε κόμβους.

Στις δυο εικόνες που ακολουθούν φαίνονται κάποιες βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν σε έναν κόμβο (με ή χωρίς φωτεινούς σηματοδότες) για την ασφαλέστερη κίνηση των ηλικιωμένων χρηστών, όπως προτείνεται από το «United States Government Accountability Office» (United States Government Accountability Office, 2007)

Εικόνα 5.17 Βελτιώσεις σε μια διασταύρωση για την ασφαλέστερη κίνηση των ηλικιωμένων χρηστών (United States Government Accountability Office, 2007)



Εικόνα 5.18 Βελτιώσεις σε μια διασταύρωση με φωτεινούς σηματοδότες για την ασφαλέστερη κίνηση των ηλικιωμένων χρηστών (United States Government Accountability Office, 2007)





#### 5.1.1.6 Κυκλικοί κόμβοι

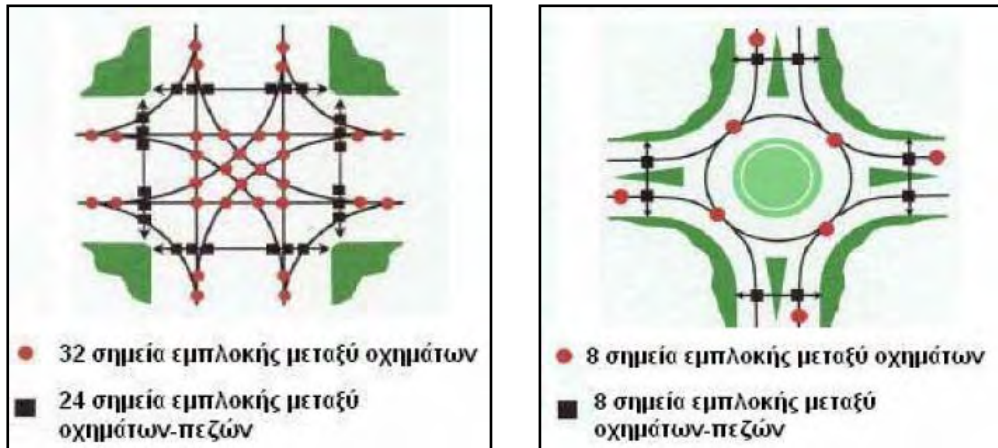
Ένα στοιχείο του σχεδιασμού που έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει σημαντικά την ασφάλεια ενός κόμβου είναι η χρήση των σύγχρονων κυκλικών κόμβων. Σε πολλές χώρες ένας σημαντικός αριθμός συμβατικών κόμβων έχουν αντικατασταθεί με κυκλικούς κόμβους, προκειμένου να παρέχεται ένα ασφαλέστερο περιβάλλον για τους οδηγούς και κυρίως τους ηλικιωμένους. Στην Ελλάδα οι κυκλικοί κόμβοι δεν έχουν την υποστήριξη που θα έπρεπε, όπως επίσης και στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής όπου οι σύγχρονοι κυκλικοί κόμβοι εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σπάνια, αλλά έχουν εφαρμοστεί σταθερά τα τελευταία χρόνια και αναμένεται να γίνουν όλο και πιο δημοφιλείς εναλλακτικές λύσεις μέσα στις επόμενες δεκαετίες (Lord et al., 2007).

Συγκεκριμένα, τα πλεονεκτήματα που έχουν οι ισόπεδοι κυκλικοί κόμβοι για τους ηλικιωμένους χρηστές του οδικού δικτύου είναι τα εξής (Staplin, 2001b):

- Οι μειωμένες ταχύτητες των οχημάτων που εισέρχονται στους κυκλικούς κόμβους. Αυτό καθιστά ευκολότερη την εύρεση του απαιτούμενου κενού στην κυκλοφορία για να ενσωματωθεί ο ηλικιωμένος οδηγός, καταργεί την ανάγκη να άμεση επιτάχυνση που εμφανίζεται σε μια δεξιά στροφή σε έναν συμβατικό κόμβο και έχει ως επακόλουθο τους λιγότερο σοβαρούς τραυματισμούς σε τυχόν συγκρούσεις.
- Η εξάλειψη της αριστερής στροφής.
- Η μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας που βελτιώνει την ικανότητα ελιγμών.
- Η βελτίωση της ασφάλειας των πεζών λόγω των μικρότερων αποστάσεων διέλευσης, των λιγότερων πιθανοτήτων για συγκρούσεις με τα οχήματα (αν και υπάρχουν ακόμη πολλά άλυτα θέματα που αφορούν τη χρήση αυτών των εγκαταστάσεων από ηλικιωμένους και άτομα με προβλήματα όρασης).
- Η απλουστευμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων, αποτέλεσμα της κίνησης προς μια μόνο κατεύθυνση, της υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας κατά την είσοδο και της μείωσης του αριθμού των σημείων εμπλοκής σε σύγκριση με ένα συμβατικό κόμβο.



Εικόνα 5.19 Μείωση των σημείων εμπλοκής σε έναν κυκλικό κόμβο (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης, Σημειώσεις μαθήματος: Εφαρμογές Προσομοίωσης σε Συγκοινωνιακά Συστήματα: Υποδομή, Ν. Ηλιού).



Συστάσεις για τις προτιμώμενες πρακτικές, όταν ένα κράτος ή μια τοπική αρχή έχει αποφασίσει μέσω τεχνικής μελέτης να εγκαταστήσει ένα σύγχρονο κυκλικό κόμβο, κατά την κατασκευή ή ανακατασκευή ενός κόμβου, περιλαμβάνει τα εξής (Staplin, 2001a):

- 1) Όποτε είναι εφικτό, συνιστάται η χρησιμοποίηση κόμβων περιορισμένης ικανότητας, με μια λωρίδα εισόδου και εξόδου, με μία λωρίδα κυκλοφορίας και διάμετρο κεντρικής νησίδας που να περιορίζεται στα 30 περίπου μέτρα (100 πόδια). Ο Mesken το 2002 (Hakamies-Blomqvist et al., 2004, Davidse R., 2007) έκανε διάκριση μεταξύ της μονής λωρίδας κυκλοφορίας και πολλαπλών λωρίδων κυκλοφορίας στους κυκλικούς κόμβους όταν ζήτησε από τους μεγαλύτερους ενήλικες να αναφέρουν τι θεωρούσαν πιο δύσκολες καταστάσεις κατά την κυκλοφορία: ενώ το 22% των οδηγών αναφέρθηκαν στους πολλαπλών λωρίδων κυκλικούς κόμβους, μόνο το 3%, αναφέρθηκε στους μονής κυκλοφορίας κυκλικούς κόμβους.
- 2) Συνιστάται οι διαβάσεις πεζών σε κυκλικούς κόμβους μιας μόνο λωρίδας κυκλοφορίας, να τοποθετηθούν τουλάχιστον 7,5 μ. [25 πόδια] πίσω από την γραμμή παραχώρησης προτεραιότητας.
- 3) Για την αποφυγή του ενδεχόμενου της ανάποδης εισόδου, την ομαλοποίηση της κυκλοφορίας, και την παροχή διαβάσεων για έναν πεζό σε όλες τις κατηγορίες κυκλικού κόμβου, συνιστάται η κατασκευή διαχωριστικών νησίδων αντί μιας απλής οριζόντιας σήμανσης ώστε να οριοθετηθούν οι λωρίδες κυκλοφορίας. Οι διαβάσεις των

πεζών θα πρέπει να είναι κατάλληλα διαμορφωμένες για άτομα με ειδικές ανάγκες (η διάβαση θα πρέπει να δημιουργούνται πίσω από τη γραμμή παραχώρησης προτεραιότητας και η διαχωριστική νησίδα θα πρέπει να κόβεται για να επιτρέψει τους ευάλωτους χρήστες να τη διασχίσουν).

Εικόνα 5.20 Διαβάσεις πεζών σε έναν κυκλικό κόμβο (Πηγή: Arizona Department of Transportation <http://www.azdot.gov/ccpartnerships/roundabouts/history.asp>)



4) Για τη βελτίωση της ορατότητας στους κυκλικούς κόμβους όλων των κατηγοριών, συνιστάται σε όλες τις πλευρές και κορυφές των διαχωριστικών αλλά και της κεντρικής νησίδας να χρησιμοποιούνται σημάνσεις με υψηλές τιμές αντανάκλαστικότητας, και να διατηρούνται σε ένα ελάχιστο επίπεδο αντίθεσης φωτεινότητας ως εξής:

- Στους κυκλικούς κόμβους με φωτισμό συνιστάται αντίθεση υψηλότερη ή ίση του 2,0.
- Στους κυκλικούς κόμβους χωρίς φωτισμό συνιστάται αντίθεση υψηλότερη ή ίση του 3,0.

Η αντίθεση υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Αντίθεση Φωτεινότητας (C)} = \frac{\text{Φωτεινότητα}_{\text{ταινίας}} - \text{Φωτεινότητα}_{\text{οδοστρώματος}}}{\text{Φωτεινότητα}_{\text{οδοστρώματος}}}$$

Τέλος, σε ερευνητική μελέτη που διεξήχθη το 2006 από τους Lord D., Schalkwyk I., Chrysler S. και Staplin L. (Lord et al., 2007) για την ανάπτυξη και την αξιολόγηση αντίμετρων που θα βελτιώσουν την άνεση, την εμπιστοσύνη, και την ασφάλεια των ηλικιωμένων στη χρήση κυκλικών κόμβων τονίστηκαν κάποιες απαιτήσεις στο σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου, ώστε να γίνουν κάποια πράγματα αυτονόητα για τους ηλικιωμένους οδηγούς, όπως η προαναγγελία προσέγγισης σε κυκλική υποχρεωτική πορεία, η παροχή συμβουλών για τις λωρίδες κυκλοφορίας, η κατεύθυνση πορείας που πρέπει να ακολουθηθεί, η προτεραιότητα σε έναν κυκλικό κόμβο, η σήμανση εξόδου, και οδηγίες σχετικά με τη θέση της λωρίδα στην κυκλική διασταύρωση. Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνονται κάποια αντίμετρα που βοηθούν τους ηλικιωμένους στην κατανόηση ενός κυκλικού κόμβου:

Εικόνα 5.21 Προτεινόμενη προειδοποιητική σηματοδότηση προσέγγισης ενός κυκλικού κόμβου (Lord et al., 2007)



Εικόνα 5.22 Προτεινόμενη πληροφόρηση λωρίδων κυκλοφορίας σε έναν κυκλικό κόμβο (Lord et al., 2007)



Εικόνα 5.23 Προτεινόμενη χρήση πληροφοριακής πινακίδας κατεύθυνσης στη κεντρική νησίδα (Lord et al., 2007)



Εικόνα 5.24 Προτεινόμενη χρήση πινακίδα παροχής υποχρεωτικής προτεραιότητας που θα πρέπει να τοποθετείται και στις δυο πλευρές του δρόμου κατά την προσέγγιση σε έναν κυκλικό κόμβο





Εικόνα 5.25 Προτεινόμενη πινακίδα εξόδου η οποία περιέχει πληροφορίες για την ονομασία της οδού και την κατεύθυνση προς την οποία βρίσκεται η οδός. Η πινακίδα αυτή τοποθετείται στην διαχωριστική νησίδα για μεγαλύτερη κατανόηση (Lord et al., 2007)



### 5.1.2 Ανισόπεδοι κόμβοι

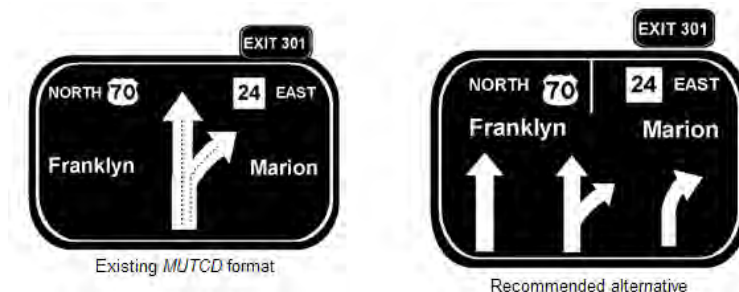
Αναγνωρίζοντας ότι οι ανισόπεδοι κόμβοι προκαλούν διάφορα προβλήματα στην ασφάλεια των ηλικιωμένων χρηστών ενός οδικού δικτύου θα ήταν σκόπιμο να γίνουν παρεμβάσεις που θα κάνουν τη χρήση τους ασφαλέστερη. Τα βασικότερα σημεία στα οποία μπορούν να γίνουν βελτιώσεις είναι τα εξής (Staplin, 2001a, Staplin, 2001b):

#### 5.1.2.1 Σήμανση εξόδου και οριοθέτηση ράμπας εξόδου

Η σήμανση παίζει σημαντικό ρόλο στην ασφάλεια κατά την έξοδο από έναν ανισόπεδο κόμβο και θα πρέπει να είναι έγκυρη και κατανοητή από τους χρήστες του δικτύου και κυρίως τους ηλικιωμένους. Το μέγεθος των γραμμάτων στη κατακόρυφη σήμανση, η χρήση πληροφοριακών πινακίδων με βέλη για προεπιλογή της λωρίδας κυκλοφορίας κοντά σε έναν ανισόπεδο κόμβο και η απόσταση που θα τοποθετηθεί η κατακόρυφη σήμανση από την έξοδο είναι κάποια από τα βασικά στοιχεία εκείνα που αν είναι σαφή, δημιουργούν στους ηλικιωμένους ένα αίσθημα ασφάλειας. Επίσης η χρήση οριοδεικτών παρέχει μεγαλύτερη σιγουριά για την πορεία που θα πρέπει να ακολουθηθεί. Συγκεκριμένα:

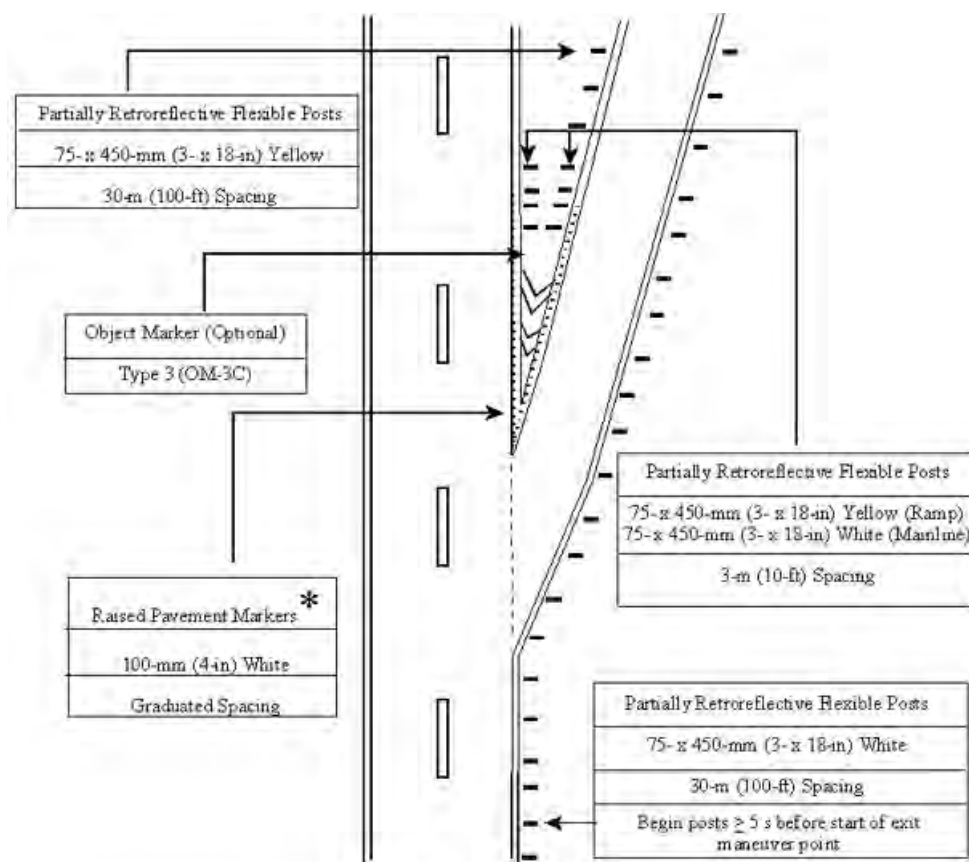
- Ο υπολογισμός του απαιτούμενου μεγέθους χαρακτήρων για τις πινακίδες σήμανσης σε έναν ανισόπεδο κόμβο και στις προσεγγίσεις του θα πρέπει να βασιστεί στην παραδοχή ότι για κάθε χαρακτήρα ύψους 25 mm η απόσταση αναγνωσιμότητας δεν υπερβαίνει τα 10m.
- Προκειμένου να αυξηθεί η απόσταση ανάγνωσης όλων των σημείων προορισμού μιας οδού, συνιστάται η χρήση γραμματοσειράς όπου εκτός από το πρώτο γράμμα που θα είναι κεφαλαίο τα υπόλοιπα θα είναι πεζά
- Η τροποποίηση της κατακόρυφης πινακίδας σήμανσης ώστε ο αριθμός των βελών που εμφανίζονται στην πινακίδα να αντιστοιχεί στον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας όπου είναι τοποθετημένη η πινακίδα σήμανσης όπως φαίνεται παρακάτω:

Εικόνα 5.26 Η τροποποίηση της κατακόρυφης πινακίδας σήμανσης ώστε ο αριθμός των βελών που εμφανίζονται στην πινακίδα να αντιστοιχεί στον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας (Staplin, 2001a)



- Η οριοθέτηση πλησίον του σημείου εξόδου στους μη φωτισμένους ή μερικώς φωτισμένους κόμβους να περιλαμβάνει τουλάχιστον τις διατάξεις που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα

Εικόνα 5.27 Η οριοθέτηση των σημείων εξόδου ενός ανισόπεδου κόμβου (Staplin, 2001a)



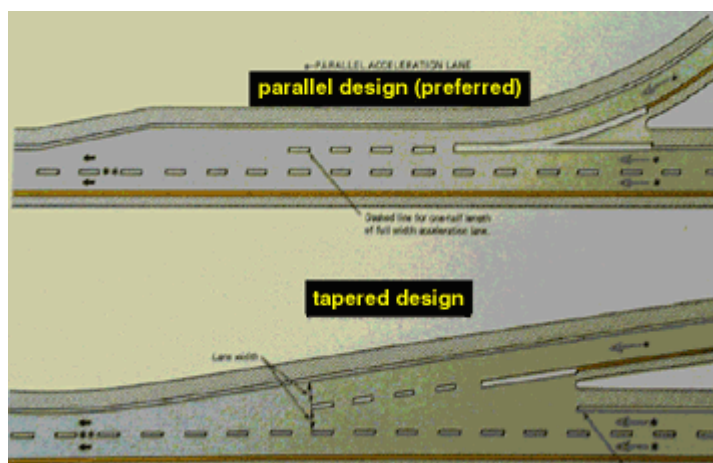
\* Snowplowable raised pavement markers may be used where appropriate for conditions.

#### 5.1.2.2 Λωρίδες επιτάχυνσης - επιβράδυνσης

Βελτίωση στο γεωμετρικό σχεδιασμό των λωρίδων επιτάχυνσης – επιβράδυνσης που θα έχει ως αποτέλεσμα την ασφαλέστερη χρήση από τους ηλικιωμένους μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- Αυξάνοντας το μήκος της λωρίδας επιτάχυνσης.
- Δημιουργώντας παράλληλες και όχι κωνοειδής ράμπες εισόδου

Εικόνα 5.28 Λωρίδες επιτάχυνσης (Staplin, 1998)



- Τοποθετώντας οριοδείκτες με ανακλαστήρες ή βέλη κατεύθυνσης σε επικίνδυνες καμπύλες στις λωρίδες επιβράδυνσης στις ράμπες εξόδου

#### 5.1.2.3 Φωτισμός και σήμανση

Πλήρες σύστημα ηλεκτροφωτισμού συνιστάται σε έναν ανισόπεδο κόμβο για την μεγαλύτερη ασφάλεια όλων των χρηστών και πολύ περισσότερο των ηλικιωμένων. Σε περίπτωση που αυτό για κάποιους λόγους δεν είναι εφικτό προτείνεται η χρήση έστω δύο ιστών ηλεκτροφωτισμού ανά ράμπα, όπου ο ένας θα πρέπει να τοποθετείται στη μέση της ράμπας και ο άλλος στη νησίδα διαχωρισμού

Τέλος η χρήση σωστής οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης που θα δίνουν έγκυρη και έγκαιρη πληροφόρηση κρίνονται απαραίτητα στοιχεία για την ασφάλεια των χρηστών.



## 5.2 ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ

Οι αυτοκινητόδρομοι όπως έχει ήδη αναφερθεί, δυσκολεύουν τους ηλικιωμένους οδηγούς, τους προκαλούν ανασφάλεια λόγω της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού τους, αλλά και των υψηλών ταχυτήτων με τις οποίες κινούνται τα οχήματα. Οι αλλαγές – βελτιώσεις που μπορούν να αυξήσουν την ασφάλεια των ηλικιωμένων χρηστών σε έναν αυτοκινητόδρομο αφορούν:

- Στην είσοδο και την έξοδο στον αυτοκινητόδρομο
- Στην οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση
- Στις περιοχές εκτέλεσης έργων

### i. Είσοδος και έξοδος αυτοκινητόδρομου

Τα προβλήματα στις εισόδους και τις εξόδους και τα μέτρα εκείνα που θα βοηθήσουν τους ηλικιωμένους οδηγούς είναι όμοια με αυτά στους ανισόπεδους κόμβους, όπως έχουν αναλυθεί στην παράγραφο 5.1.2. Συνοπτικά τα σημεία που χρήζουν βελτίωσης είναι τα εξής:

- Σήμανση εξόδου και οριοθέτηση ράμπας εξόδου
- Λωρίδες επιτάχυνσης – επιβράδυνσης
- Φωτισμός και σήμανση

### ii. Οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση

Η οριζόντια και η κατακόρυφη σήμανση σε έναν αυτοκινητόδρομο πρέπει να είναι σαφής και έγκαιρη.

Σχετικά με την οριζόντια σήμανση, θα πρέπει να μην είναι φθαρμένη, να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και να έχει υψηλές τιμές αντανakλαστικότητας. Η χρήση εγκάρσιων ακουστικών ταινιών κρίνεται απαραίτητη σε ευθυγραμμίες πολλών χιλιομέτρων και κατά την προσέγγιση σε διόδια για την μείωση της ταχύτητας. Επίσης η χρήση διαμήκων

ακουστικών ταινιών στη λωρίδα έκτακτης ανάγκης μειώνει την πιθανότητα να παρεκκλίνει ένα όχημα από την πορεία του και να βγει από τον αυτοκινητόδρομο, λόγω π.χ. υπνηλίας ενός ηλικιωμένου οδηγού. Τέλος η χρήση ανακλαστήρων (μάτια γάτας) είναι απαραίτητη σε όλο το μήκος ενός αυτοκινητόδρομου.

Σχετικά με την κατακόρυφη σήμανση είναι απαραίτητη η χρήση πινακίδων μεγαλύτερου μεγέθους για να είναι πιο εύκολα ορατές από τους ηλικιωμένους. Επίσης το μέγεθος της γραμματοσειράς πρέπει να είναι μεγαλύτερο, τόσο κατά ύψος, όσο και κατά πλάτος ενώ παίζει ρόλο και η απόσταση των χαρακτήρων μεταξύ τους. Όπως και για την οριζόντια σήμανση, έτσι και οι πινακίδες σήμανσης πρέπει να έχουν υψηλές τιμές αντανάκλαστικότητας.

### **iii. Περιοχές εκτέλεσης έργων**

Οι περιοχές εκτέλεσης έργων παραβιάζουν συχνά το προσδόκιμο ενός ηλικιωμένου οδηγού. Σε συνδυασμό με τις λειτουργικές ελλείψεις που συνδέονται με την φυσιολογική γήρανση, οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι σε μεγαλύτερο κίνδυνο κατά τη διαπραγμάτευση των ζωνών εργασίας. Ως εκ τούτου, οι ζώνες εργασίας χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής όσον αφορά τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας. Στο κεφάλαιο 5.4 γίνεται ειδική αναφορά για τις περιοχές αυτές.

## 5.3 ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΙ

Λύσεις για μερικά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ηλικιωμένοι χρήστες μιας υπεραστικής οδού, όπως τις δυσκολίες σε έναν κόμβο ή λόγω της οριζόντιας και κατακόρυφης χάραξης έχουν αναλυθεί στα προηγούμενα κεφάλαια. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ειδική αναφορά στις οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες σχεδιασμού μιας οδού.

Γενικότερα στο σχεδιασμό ενός οδικού δικτύου οριζόντιες καμπύλες με μικρές ακτίνες καμπυλότητας, όπως επίσης και κατακόρυφες καμπύλες τέτοιες ώστε να μην παρέχουν επαρκή απόσταση ορατότητας, θα πρέπει να αποφεύγονται. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται συστάσεις για τη βελτίωση της απόδοσης της μειωμένης ικανότητας οδήγησης σε σχέση με την καμπυλότητα του δρόμου και ζώνες προσπέρασης, με έμφαση σε τέσσερα στοιχεία σχεδιασμού (STAPLIN, 2001A, STAPLIN, 2001B):

- A. σήμανση και οριοθέτηση των οριζόντιων καμπύλων
- B. πλάτος οδοστρώματος σε περιοχές οριζόντιων καμπύλων
- Γ. εκ των προτέρων σήμανση για της περιοχές κακής ορατότητας και
- Δ. μήκος ζωνών προσπέρασης, απόσταση ορατότητας κατά την προσπέραση και λωρίδες προσπέρασης σε οδικό δίκτυο με δυο λωρίδες κυκλοφορίας

### 5.3.1 Σήμανση και οριοθέτηση των οριζόντιων καμπύλων

Σχετικά με την οριζόντια σήμανση σε περιοχές με οριζόντια καμπυλότητα, θα πρέπει η οριογραμμή να διατηρεί την φωτεινότητά της, παρουσιάζοντας ένα αποτελεσματικό επίπεδο αντίθεσης. Συγκεκριμένα στο οδικό δίκτυο χωρίς ενδιάμεση νησίδα, ελάχιστη τιμή φωτεινότητας θα πρέπει να λαμβάνεται η τιμή 5.0, ενώ στο οδικό δίκτυο όπου η ενδιάμεση νησίδα εμποδίζει τους οδηγούς να βλέπουν τα φώτα των επερχόμενων αυτοκινήτων ή όταν το πλάτος της ενδιάμεσης νησίδας υπερβαίνει τα 15m, τότε η ελάχιστη τιμή της φωτεινότητας μπορεί να είναι 3.75.

Σε οριζόντιες καμπυλότητες με ακτίνα μικρότερη των 1000 m προτείνεται η χρήση ανακλαστήρων οδοστρώματος στην κεντρική γραμμή, ανά 12m και για μια απόσταση 5

δευτερολέπτων του χρόνου οδήγησης (για ταχύτητα με την οποία το 85% της κίνησης κινείται) πριν από τη προσέγγιση της καμπύλης και καθ' όλη τη διάρκεια της καμπύλης.

Τέλος σε οριζόντιες καμπύλες απαιτείται η χρήση διαδοχικών βελών κατεύθυνσης, όπου σε περιοχές που η ακτίνα καμπυλότητας είναι μικρότερη των 185 m θα πρέπει να βρίσκονται σε διάστημα 12m το πολύ, ενώ για ακτίνες μεγαλύτερες των 185m θα πρέπει το διάστημα αυτό να υπολογίζεται σύμφωνα με τα πρότυπα που είναι σε ισχύ.

### **5.3.2 Πλάτος οδοστρώματος σε περιοχές οριζόντιων καμπύλων**

Για οριζόντια καμπύλη σε δυο λωρίδων κυκλοφορίας δρόμο, σε μη κατοικημένη περιοχή, που έχει 3 βαθμούς καμπύλης, συνίσταται το πλάτος της λωρίδας μαζί με το έρεισμα να είναι τουλάχιστον 5.5m σε όλο το μήκος της καμπύλης. Ως βαθμός καμπύλης ή βαθμός καμπυλότητας ορίζεται η γωνία που αντιστοιχεί σε τόξο καμπύλης ίσο με 100ft (1ft = 0.3048m) και μετριέται σε μοίρες/μέτρο [AASHTO].

### **5.3.3 Εκ των προτέρων σήμανση για τις περιοχές κακής ορατότητας**

Όταν έχει καθοριστεί ανάγκη συνίσταται η εγκατάσταση ή αντικατάσταση προειδοποιητικής σήμανσης που θα ειδοποιεί τους οδηγούς για περιορισμένη ορατότητα λόγω κυρτής κατακόρυφης καμπύλης.

Εάν ένας σηματοδοτούμενος κόμβος γίνεται δυσδιάκριτος λόγω της κάθετης ή οριζόντιας καμπυλότητας σε τρόπο ώστε ο φωτεινός σηματοδότης να γίνεται ορατός σε απόσταση των 8 δευτερολέπτων ή λιγότερο (με την ταχύτητα λειτουργίας), τότε συνιστάται η χρήση του εκ των προτέρων αντίστοιχου προειδοποιητικού σήματος και η χρήση κίτρινου αναλάμποντος φωτεινού σηματοδότη που θα πρέπει να ενεργοποιείται σε επαρκές χρονικό διάστημα πριν από την έναρξη της φάσης κίτρινου στον κυρίως φωτεινό σηματοδότη και μέχρι την έναρξη της φάσης του πράσινου.

#### **5.3.4 Μήκος ζωνών προσπέρασης, απόσταση ορατότητας κατά την προσπέραση και λωρίδες προσπέρασης σε οδικό δίκτυο με δυο λωρίδες κυκλοφορίας**

Η χρήση πινακίδων σήμανσης σε ειδικές διαστάσεις που θα προειδοποιούν την απαγόρευση της προσπέρασης σε ένα δρόμο ή σε κανονικές διαστάσεις αλλά με μεγάλη αντανakλαστικότητα, κρίνεται απαραίτητη ως επιπρόσθετο στην διπλή αξονική γραμμή της οριζόντιας σήμανσης μέτρο, για την ασφάλεια των ηλικιωμένων.

Σε βαθμό που είναι εφικτό, για τα νέα τμήματα του οδικού δικτύου αλλά και για ανακατασκευασμένα τμήματα του υπάρχοντος δικτύου, τα διαστήματα κατά τα οποία θα επιτρέπεται η προσπέραση δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα 5 km ανά κατεύθυνση.

Μια ελάχιστη ζώνη προσπέρασης των 350m συνίσταται για δρόμους με ταχύτητα λειτουργίας από 65 χλμ. και άνω.

## 5.4 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ

Οι περιοχές εκτέλεσης έργων όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο παραβιάζουν συχνά το προσδόκιμο ενός ηλικιωμένου οδηγού. Σε συνδυασμό με τις λειτουργικές ελλείψεις που συνδέονται με την φυσιολογική γήρανση, οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι σε μεγαλύτερο κίνδυνο κατά τη διαπραγμάτευση των ζωνών εργασίας. Ως εκ τούτου, οι ζώνες εργασίας χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής όσον αφορά τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας. Για τη βελτίωση του προσδόκιμου των οδηγών σε μια ζώνη εκτέλεσης εργασιών, η ειδική εργοταξιακή σήμανση πρέπει να παρέχει επαρκή πληροφόρηση, προειδοποίηση και καθοδήγηση για τους οδηγούς, σωστή ρύθμιση κυκλοφορίας και προστασία των χρηστών. Σε κάθε περιοχή εκτέλεσης έργων θα πρέπει η ζώνη προειδοποίησης, μετάβασης, εργασιών και επαναφοράς να είναι ευδιάκριτες και σαφείς.

Για να ενισχυθούν οι επιδόσεις των μεγαλύτερων σε ηλικία οδηγών σε μια ζώνη εκτέλεσης θα πρέπει να προσεχθούν τα ακόλουθα (ΤΣΑΝΑΚΤΣΙΔΗΣ, 2003, NCHRP, 2004):

- Ύπαρξη έγκαιρης σήμανσης για το κλείσιμο των λωρίδων κυκλοφορίας
- Χρήση πινακίδων μεταβλητού μηνύματος
- Χρήση δεικτών και σωλήνων καθοδήγησης
- Χρήση κινητών εμποδίων
- Οριοθέτηση οδοστρωμάτων
- Χρήση δεικτών τροχιάς
- Χρήση φωτεινών βελών και φωτεινών παλλόμενων βελών
- Χρήση εγκάρσιων εμποδίων πάνω στο οδόστρωμα για τη μείωση της ταχύτητας (μειωτές ταχύτητας)

## 5.5 ΙΣΟΠΕΔΕΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΒΑΣΕΙΣ

Για την αύξηση της ορατότητας και της κατανόησης όλων των στοιχείων εκείνων που χρησιμοποιούνται για τη σηματοδότηση μιας ισόπεδης διάβασης υπό όλες τις συνθήκες λειτουργίας, συνιστάται:

1α) Οι πινακίδες κινδύνου που χρησιμοποιούνται τόσο στις αφύλακτες αλλά και στις φυλασσόμενες ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις θα πρέπει να κατασκευάζονται με αντανakλαστική μεμβράνη. Τα τελευταία χρόνια έχει επινοηθεί ένας νέος τύπος ανακλαστικών μεμβρανών (Τύπος III), ο οποίος έχει πολύ καλύτερη συμπεριφορά από τους δυο προηγούμενους τύπους μεμβρανών (Τύπος I και Τύπος II), τέτοια που μπορεί να συγκριθεί ακόμα και με τις εσωτερικά φωτιζόμενες πινακίδες. Στις ΗΠΑ, που χρησιμοποιούν λευκή πινακίδα με μαύρους χαρακτήρες συνίσταται για την ασφάλεια κυρίως των ηλικιωμένων η χρήση στο μπροστινό και πίσω μέρος της χιαστή πινακίδας η χρήση λευκής λωρίδας υψηλής φωτεινότητας (retroreflective sheeting) με ελάχιστο πλάτος 50 mm (2 in) όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Staplin, 2001a, Alberta Transportation).

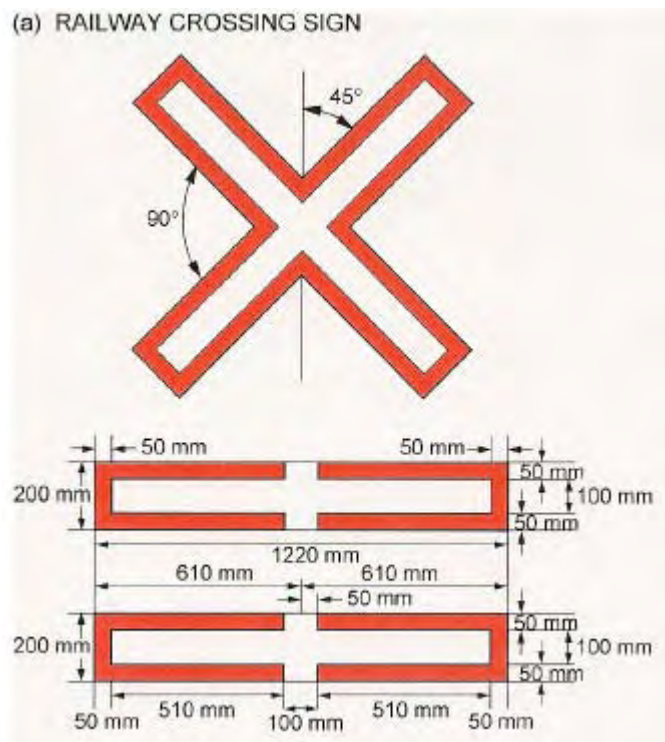
Εικόνα 5.29 Πινακίδες σήμανσης σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις στον κόσμο (Πηγή Wikipedia\_Crossbuck)



Εικόνα 5.30 Πινακίδες σήμανσης (πινακίδες κινδύνου) σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις στην Ελλάδα (Πηγή: ΣΗΜΑ Α.Β.Ε.Ε.)



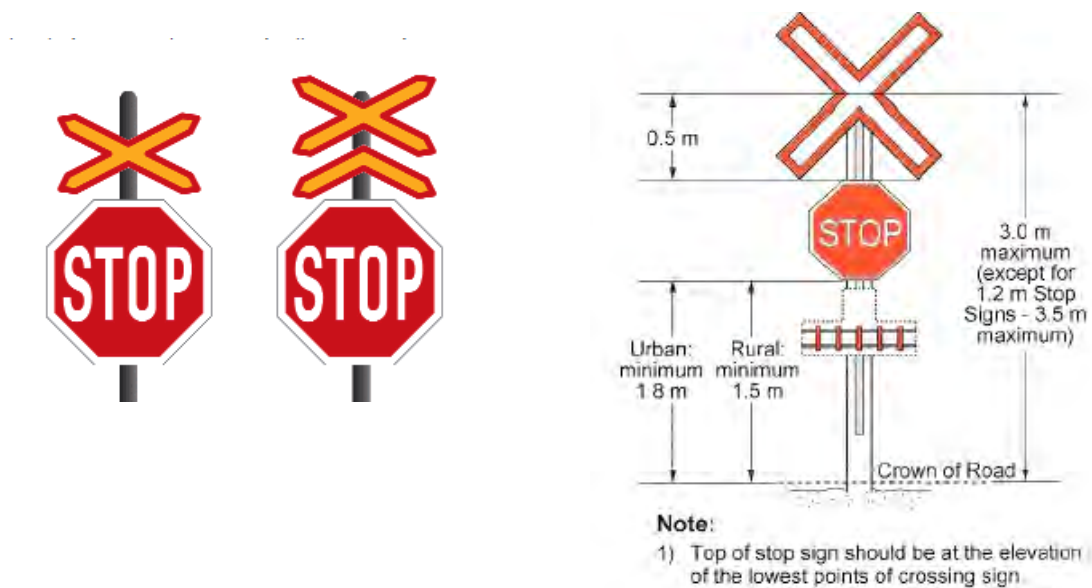
Εικόνα 5.31 Χρήση λευκής λωρίδας υψηλής φωτεινότητας (retroreflective sheeting) με ελάχιστο πλάτος 50 mm (2 in) στις πινακίδες κινδύνου ισόπεδης σιδηροδρομικής διάβασης στις ΗΠΑ (Staplin, 2001a, Alberta Transportation)





1β) Η επιπρόσθετη χρήση ρυθμιστικής πινακίδας υποχρεωτικής διακοπής λωρίδας ή υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας, επίσης βοηθάει τους ηλικιωμένους να κατανοήσουν πιο εύκολα την ενέργεια στην οποία πρέπει να προβούν πλησιάζοντας μια ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση (Staplin, 2001a, Alberta Transportation).

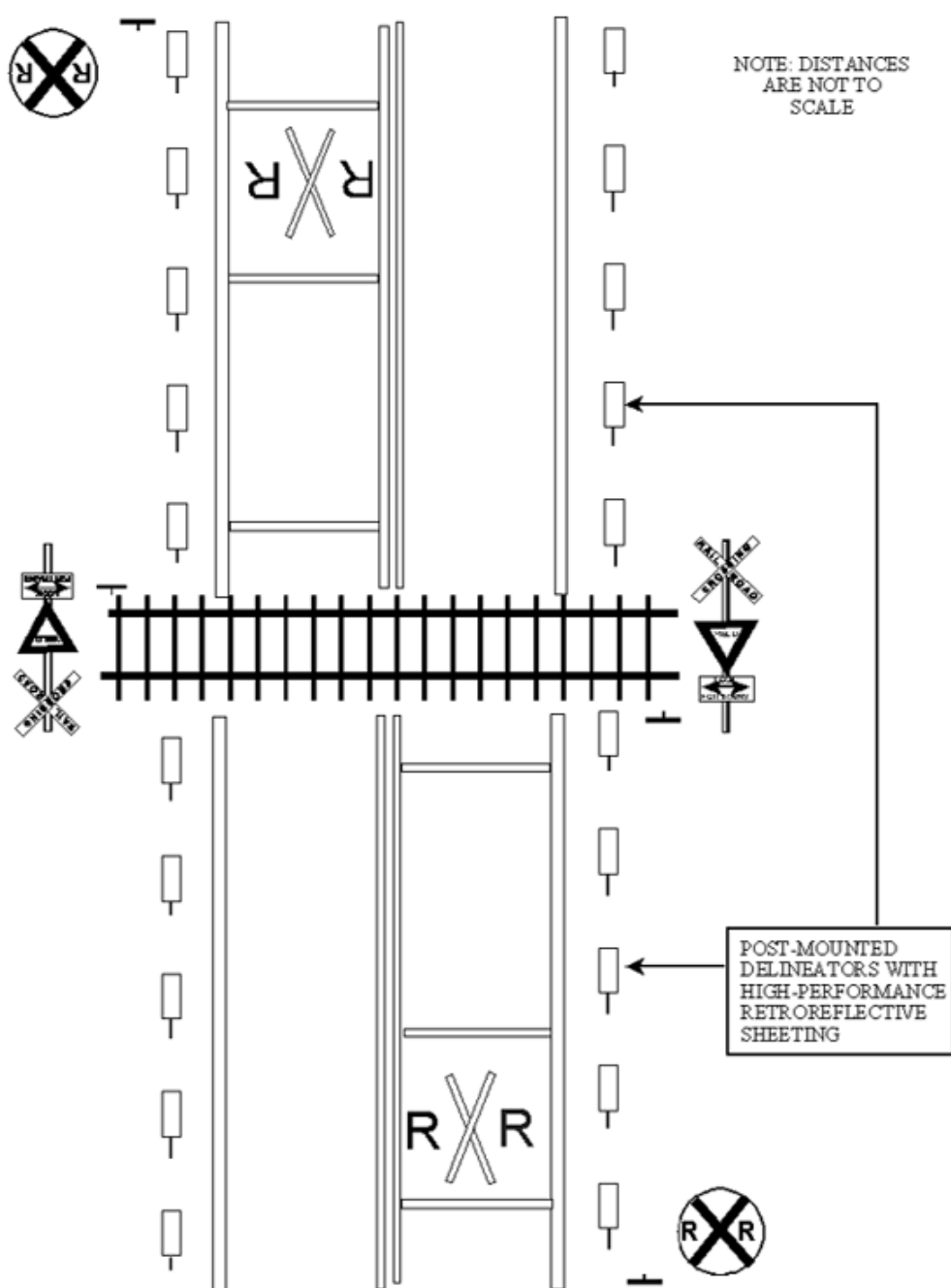
Εικόνα 5.32 Επιπρόσθετη χρήση ρυθμιστικής πινακίδας υποχρεωτικής διακοπής λωρίδας ή υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας (Πηγή: ΚΕ.Θ.Ε.Υ.Ο και Alberta Transportation)



2) Σε διαβάσεις που έχουν σημειωθεί επανειλημμένα ατυχήματα, ή όπου κρίνεται αναγκαίο από τους μηχανικούς θα πρέπει να τοποθετείται ηλεκτροφωτισμός (Staplin, 2001a).

3) Σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις που βρίσκονται σε αγροτικούς δρόμους που δεν φωτίζονται, συνιστάται η χρήση οριοδεικτών με ανακλαστήρα ανά 15 m (50 ft), από τη θέση του πρώτου προειδοποιητικού σήματος πριν τη διάβαση και σε ίση απόσταση μετά τη διάβαση (όπως φαίνεται παρακάτω) (Staplin, 2001a).

Εικόνα 5.33 Χρήση οριοδεικτών με ανακλαστήρα σε ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις σε αγροτικούς δρόμους που δεν φωτίζονται (Staplin, 2001a)



## 6. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ

Η βελτίωση της συγκοινωνιακής υποδομής, όπως αυτή αναλύθηκε στο παραπάνω κεφάλαιο, αποτελεί μια προσεγγιστική λύση που θα βοηθήσει τους ηλικιωμένους χρήστες μιας οδού, θα βελτιώσει την ασφάλειά τους και θα κάνει ευκολότερη την καθημερινότητά τους. Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί και άλλα πρόσθετα μέτρα σε διάφορες χώρες που έχουν τον ίδιο σκοπό, δηλαδή την βελτίωση της ασφάλειας των ανθρώπων μεγαλύτερης ηλικίας σε ένα οδικό δίκτυο. Τα μέτρα αυτά αφορούν (SWOV, 2008b):

- Προγράμματα πληροφόρησης, επιμόρφωσης και εξάσκησης των ηλικιωμένων χρηστών
- Ανάπτυξη τεχνολογικών προσαρμογών
- Χρήση προηγμένων συστημάτων προστασίας
- Χρήση εναλλακτικών μεταφορικών μέσων
- Ανάπτυξη ειδικού λογισμικού για την νοητική εκπαίδευση των ηλικιωμένων

### *Προγράμματα πληροφόρησης, επιμόρφωσης και εξάσκησης των ηλικιωμένων χρηστών*

Προγράμματα πληροφόρησης και επιμόρφωσης των ηλικιωμένων χρηστών έχουν ως σκοπό την ενίσχυση των ικανοτήτων τους, τη συζήτηση για την επίδραση της ηλικίας στην οδήγηση, τη βοήθεια στο χειρισμό ειδικών καταστάσεων κατά την οδήγηση σε κίνηση, την επανάληψη ορισμένων κανόνων οδήγησης και πινακίδων κυκλοφορίας. Πολύ περισσότερο όμως τα προγράμματα αυτά μπορούν να βοηθήσουν στην ακίνδυνη οδήγηση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αλλά και κυρίως στο να αποφασίσει ένας ηλικιωμένος οδηγός πότε πρέπει να περιορίσει ή και να σταματήσει την οδήγηση. Στην Ελλάδα μια τέτοια προσπάθεια έγινε από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο σε συνεργασία με το Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων το 2009. Αφορούσε στην έκδοση ενός Εγχειρίδιου Χρήσης για την ασφαλή οδήγηση σε μεγαλύτερη ηλικία και η συγγραφική ομάδα αποτελούταν από τους Σ. Βαρδάκη, Γ. Κανελλαΐδη και Γ. Γιαννή.

## *Ανάπτυξη τεχνολογικών προσαρμογών*

Τα τελευταία χρόνια γίνεται χρήση τεχνολογικών βελτιώσεων, όπως η διάθεση υποβοηθούμενου συστήματος διεύθυνσης, αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, καθώς και προσαρμογής της δύναμης που απαιτείται να ασκηθεί για το φρένο ή / και για το πεντάλ επιτάχυνσης. Πρόκειται για συστήματα που παρέχουν ειδική υποστήριξη στα άτομα με μειωμένη μυϊκή δύναμη. Επίσης, όλο και περισσότερο ευφυή συστήματα μεταφορών (ITS) καθίστανται διαθέσιμα, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν τους ηλικιωμένους οδηγούς με λειτουργικούς περιορισμούς της όρασης, της προσοχής και επεξεργασίας πληροφοριών. Οι εφαρμογές αυτές είναι συστήματα που προειδοποιούν για τα άλλα οχήματα που πλησιάζουν ταυτόχρονα μια διασταύρωση, συστήματα που βοηθούν κατά τη συγχώνευση ή την αλλαγή λωρίδας κυκλοφορίας, και συστήματα που προβάλλουν σήματα κυκλοφορίας και προειδοποιήσεις κατά μήκος των δρόμων στο εσωτερικό του οχήματος.

Για την ανάπτυξη όλων των παραπάνω τεχνολογιών μεγάλη βοήθεια προσέφερε το εξειδικευμένο παράρτημα του MIT "AGELAB" (<http://agelab.mit.edu>). Συγκεκριμένα το Agelab κατασκεύασε δυο ειδικά οχήματα με τις ονομασίες Miss Daisy και Miss Rosie τα οποία παρείχαν δεδομένα για την οδηγική συμπεριφορά των ηλικιωμένων τόσο σε θέματα αντίδρασης όσο και της φυσικής κατάστασης των ηλικιωμένων.

Εικόνα 6.1 Miss Daisy



Εικόνα 6.2 Miss Rosie



### ***Χρήση προηγμένων συστημάτων προστασίας***

Εκτός από την δυνατότητα λήψης ενεργητικών μέτρων προστασίας – ασφάλειας των ηλικιωμένων, σημαντική είναι και η λήψη παθητικών μέτρων προστασίας των ηλικιωμένων. Για παράδειγμα η χρήση κράνους, τόσο από τους ποδηλάτες όσο και από τους μοτοποδηλάτες, η εφαρμογή αερόσακων καθώς και η χρήση συστημάτων προστασίας από πλευρική πρόσκρουση μπορούν να προσφέρουν επιπλέον προστασία.

### ***Χρήση εναλλακτικών μεταφορικών μέσων***

Εάν από κάθε άποψη, η οδήγηση δεν είναι πλέον ασφαλή, τα ηλικιωμένα άτομα θα πρέπει να αντικαταστήσουν τα αυτοκίνητά τους με άλλους τρόπους μεταφοράς. Για το λόγο αυτό η διαθεσιμότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι πολύ σημαντική, ειδικότερα στις περιοχές της υπαίθρου.

### ***Ανάπτυξη ειδικού λογισμικού για την νοητική εκπαίδευση των ηλικιωμένων***

Εκτός από όλες τις παραπάνω λύσεις που βοηθούν τους ηλικιωμένους χρήστες μιας οδού, έχει αναπτυχθεί μια εναλλακτική πρόταση που αφορά στην ανάπτυξη ειδικού λογισμικού για τη νοητική εκπαίδευση των ηλικιωμένων (DriveSharp, <http://www.positscience.com>). Το λογισμικό αυτό στοχεύει στη διέγερση του εγκεφάλου. Μετά από κλινικές έρευνες έχει αποδειχθεί ότι με την εφαρμογή του:

- αυξάνει η οπτική επεξεργασία μέχρι 300 τοις εκατό,
- διπλασιάζεται το μέγεθος του οπτικού πεδίου,

- βελτιώνεται η ταχύτητα αντίδρασης ώστε ο οδηγός να μπορεί να σταματήσει 22ft νωρίτερα για μια ταχύτητα της τάξης των 55mph,
- μειώνονται οι επικίνδυνοι ελιγμοί κατά 38 τοις εκατό,
- ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ατυχημάτων κατά 50 τοις εκατό,
- βοηθάει τους ηλικιωμένους 65 ετών και άνω να συνεχίσουν να οδηγούν κάτω από δύσκολες συνθήκες, όπως σε δρόμους με κίνηση ή σε άσχημες καιρικές συνθήκες

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όλες οι μελέτες που έχουν γίνει παγκοσμίως σχετικά με το ποσοστό των ηλικιωμένων ανθρώπων, έχουν δείξει την συνεχόμενη αύξησή τους. Στα περισσότερα κράτη οι ηλικιωμένοι πάνω από 65 ετών αναμένεται το 2030 να φτάσει στο 25% του συνολικού πληθυσμού, ενώ ο αριθμός των ανθρώπων με ηλικία πάνω από 80 ετών αναμένεται το 2050 να τριπλασιαστεί. Φυσικό επακόλουθο της αύξησης των ηλικιωμένων ανθρώπων, είναι και η αύξηση των ηλικιωμένων χρηστών ενός οδικού δικτύου, είτε ως οδηγοί, ως πεζοί ή και ως ποδηλάτες.

Οι ηλικιωμένοι αποτελούν μια από της πλέον ευάλωτες ομάδες χρηστών μιας οδού. Αναλύσεις ατυχημάτων για όλες τις κατηγορίες των χρηστών μιας οδού (οδηγοί, πεζοί, ποδηλάτες), δείχνουν την μεγαλύτερη εμπλοκή των ηλικιωμένων σε συγκρούσεις και τον αυξημένο κίνδυνο σε θάνατο ή σοβαρό τραυματισμό έπειτα από μια σύγκρουση. Κυριότερα αίτια για τον αυξημένο κίνδυνο των ηλικιωμένων χρηστών, είναι όπως είδαμε, οι αλλαγές που παρουσιάζονται κατά τη γήρανση και εκδηλώνονται με τη φθορά της σωματικής, αισθητήριας και νοητικής ικανότητας. Η έλλειψη ευλυγισίας, η μείωση της αντοχής και της μυϊκής μάζας, η μείωση της όρασης και της ακοής, καθώς και οι αντανakλαστικές λειτουργίες που αλλάζουν χαρακτηριστικά με το πέρασμα των χρόνων, επιδρούν στις ικανότητες των ανθρώπων μεγαλύτερης ηλικίας να "υπάρχουν" στους δρόμους με ασφάλεια.

Σε ένα λοιπόν περιβάλλον που το ποσοστό των ηλικιωμένων συνεχώς αυξάνεται, θα πρέπει να γίνει κατανοητό πια είναι τα προβλήματα των ανθρώπων μεγαλύτερης ηλικίας σε σχέση με την υποδομή, ώστε να βρεθούν και οι κατάλληλες λύσεις. Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί και εξακολουθούν να πραγματοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο, σε σχέση με την ασφάλεια των ηλικιωμένων χρηστών. Οι έρευνες αυτές έχουν να κάνουν τόσο με αναλύσεις στοιχείων ατυχημάτων που έχουν συμβεί, όσο και με παρατηρήσεις συμπεριφοράς κατά την χρήση μιας οδού, ή από συζητήσεις και ερωτηματολόγια που δίνονται στους ηλικιωμένους.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία στους κόμβους, τόσο στους ισόπεδους, όσο και στους ανισόπεδους, στους

αυτοκινητόδρομους και τις υπεραστικές οδούς, σε περιοχές που εκτελούνται έργα, αλλά και στις ισόπεδες σιδηροδρομικές διαβάσεις. Τα σημεία σε έναν ισόπεδο κόμβο που δυσκολεύουν τους ηλικιωμένους είναι κυρίως η ορατότητα, η αριστερή στροφή, η έλλειψη επαρκούς σηματοδότησης και η έλλειψη επαρκούς φωτισμού. Στους ανισόπεδους κόμβους τα προβλήματα που αναφέρουν είναι κυρίως η ενσωμάτωσή τους στην κυκλοφοριακή ροή, το μικρό μήκος λωρίδας επιτάχυνσης, ο μη επαρκής φωτισμός στις ράμπες εξόδου και η οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση. Στους αυτοκινητόδρομους, εκτός από τους ανισόπεδους κόμβους και την σήμανση, αντιμετωπίζουν προβλήματα κατά την αλλαγή λωρίδας κυκλοφορίας και κατά την προσπάθειά τους να διατηρηθούν σε μια λωρίδα κυκλοφορίας ενώ στις υπεραστικές οδούς εκτός των άλλων, σοβαρά είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας με την οριζόντια και κατακόρυφη καμπυλότητα, καθώς και με τις ζώνες προσπέρασης.

Τα πρότυπα λοιπόν σχεδιασμού ενός οδικού δικτύου στις μέρες μας πρέπει να αναθεωρηθούν. Η συγκοινωνιακή υποδομή οφείλει να γίνει πιο φιλική στους ηλικιωμένους χρήστες. Κατανοώντας τις δυσκολίες των ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού, γίνεται πιο εύκολα αντιληπτό ποιες είναι οι βελτιώσεις αυτές που μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα υπάρχον δίκτυο, αλλά και ποιες οι αλλαγές που είναι απαραίτητο να γίνουν στα πρότυπα σχεδιασμού ενός οδικού συστήματος, ώστε να διευκολυνθούν οι ηλικιωμένοι χρήστες. Μερικές από τις τροποποιήσεις που μπορούν να βοηθήσουν αναλύονται στην παρούσα εργασία και αφορά σε όλα αυτά τα τμήματα που έχουν αναφερθεί προηγουμένως. Ως γενική αρχή περιλαμβάνεται η αλλαγή στην οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση, που θα πρέπει να είναι ευδιάκριτη, σαφής και έγκυρη για τους ηλικιωμένους, στον γεωμετρικό σχεδιασμό ώστε να παρέχονται βοηθητικές λωρίδες στροφής, επαρκές πλάτος οδοστρώματος, σωστές γωνίες συμβολής και σωστές καμπυλότητες και ορατότητες.

Εκτός από την συγκοινωνιακή υποδομή γίνεται και μια αναφορά σε πρόσθετα μέτρα που έχουν τον ίδιο σκοπό, δηλαδή την βελτίωση της ασφάλειας των ανθρώπων μεγαλύτερης ηλικίας σε ένα οδικό δίκτυο. Τα μέτρα αυτά αφορούν σε προγράμματα πληροφόρησης, επιμόρφωσης και εξάσκησης των ηλικιωμένων χρηστών, σε ανάπτυξη τεχνολογικών προσαρμογών, σε χρήση προηγμένων συστημάτων προστασίας και σε ανάπτυξη λογισμικού για τη νοητική εκπαίδευση των ηλικιωμένων.



Η ασφάλεια των ηλικιωμένων χρηστών μιας οδού, είναι υπόθεση όλων μας και απασχολεί όλο και περισσότερο τους φορείς που ασχολούνται με την υποδομή και τις μεταφορές. Πολλά ινστιτούτα, πανεπιστήμια και οργανισμοί χρηματοδοτούν προγράμματα που έχουν ως αντικείμενο τη βελτίωση της ασφάλειας των μεγαλύτερων ηλικιωμένων, ενώ νέες τεχνολογίες συνεχώς ανακαλύπτονται. Η Ελλάδα έχει ξεκινήσει τα πρώτα της βήματα πάνω στην έρευνα για την ασφάλεια των ηλικιωμένων τα τελευταία χρόνια και ευτυχώς όλα δείχνουν ότι με τον καιρό αυτή η προσπάθεια θα αποδώσει.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ALBERTA TRANSPORTATION Road / Railway grade crossing guidelines.

BAHAR, G., MASLIAH, M., MOLLETT, C. & PERSAUD, B. 2003. Integrated Safety Management Process. *NCHRP Project 17-18(3), Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan*.

BOX E., G. J. A. M. K. 2010. Maintaining safe mobility for the ageing population. RAC Foundation.

DAVIDSE R. 2007. *Assisting the older driver : intersection design and in-car devices to improve the safety of the older driver*.

EUROPEAN COMMISSION. 2009. *SafetyNet Older Drivers* [Online]. Available: [http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/knowledge/old/what\\_can\\_be\\_done\\_about\\_it/infrastructural\\_measures.htm](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/old/what_can_be_done_about_it/infrastructural_measures.htm) [Accessed 06 May 2010 2010].

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION 1998. An Investigation of Older Driver Freeway Needs and Capabilities. Summary Report.

FREEMARK Y. 2009. Implementing Streetcars Demands Consideration of the Way Traffic Works. *The Transport Politic*.

GUERRIER, J. H., MANIVANNAN, P. & NAIR, S. N. 1999. The role of working memory, field dependence, visual search, and reaction time in the left turn performance of older female drivers. *Applied Ergonomics*, 30, 109-119.

HAKAMIES-BLOMQVIST, L., SIRÉN, A. & DAVIDSE, R. 2004. Older Drivers-A Review. *VTI Rapport*, 497 A.

HAUER, E. 1988. The safety of older persons at intersections. *Transportation in An Ageing Society, Vol. 2. Improving Mobility and Safety for Older Persons*, 2.

HOLLAND, C. A. 2001. *Older Drivers: A Review*.

HSIS HIGHWAY SAFETY INFORMATION SYSTEM THE HIGHWAY 2000. Analysis of Older Drivers on Freeways

LAURA STANLEY, J. C., ROBERT MARLEY LAURA STANLEY, JODI CARSON, ROBERT MARLEY 2004. Shifting the design paradigm to accomodate older drivers at intersections and work zones.

LORD, D., VAN SCHALKWYK, I., CHRYSLER, S. & STAPLIN, L. 2007. A strategy to reduce older driver injuries at intersections using more accommodating roundabout design practices. *Accident Analysis and Prevention*, 39, 427-432.

METROPOLITAN PLANING ORGANIZATION. 2006. *Designing Streets for Pedestrian Safety – Intersection Geometry* [Online]. Available: [http://lcmpoweb.las-cruces.org/training\\_archive.asp](http://lcmpoweb.las-cruces.org/training_archive.asp) [Accessed 2 August 2010].

NCHRP 2004. NCHRP Report 500, Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan\_Vol 9. Transportation Research Board.

NCHRP 2006. NCHRP Report 500, Unsignalized intersection collisions\_Report 500, Vol.5. Transportation Research Board.

NHTSA'S NATIONAL CENTER FOR STATISTICS AND ANALYSIS. 2008. Traffic Safety Facts 2008 Data, Older Population. Available: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811161.PDF> [Accessed 7 July 2010].

ONTARIO MINISTRY OF TRANSPORTATION 2010. Senior Driver Education.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT 2001. Ageing and Transport: Mobility needs and safety issues highlights. PARIS.

OXLEY, J., & CORBEN, B. 2002. Effective speed management. Report to VicRoads.: Monash University, Accident Research Centre, Melbourne, Australia.

OXLEY, J., FILDES, B., CORBEN, B. & LANGFORD, J. 2006. Intersection design for older drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9, 335-346.

OXLEY, J., FILDES, B., DEWAR, R. Year. Safety of older pedestrians. *In*: BOARD, T. R., ed. Conference Proceedings 27:Transportation in an Aging Society: A Decade of Experience, 1999 Bethesda, Maryland. 167-191.

PREUSSER, D. F., WILLIAMS, A. F., FERGUSON, S. A., ULMER, R. G. & WEINSTEIN, H. B. 1998. Fatal crash risk for older drivers at intersections. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 151-159.

RYAN, G. A., LEGGE, M. & ROSMAN, D. 1998. Age related changes in drivers' crash risk and crash type. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 379-387.

SCHIEBER, F. Year. Highway reasearch to enhance safety and modility of older road users. *In*: BOARD, T. R., ed. Conference Proceedings 27:Transportation in an Aging Society: A Decade of Experience, 1999 Bethesda, Maryland. 167-191.

STAPLIN, L., LOCCOCO, K., BYINGTON, S. 1998. Older Driver Highway Design Handbook.

STAPLIN, L., LOCOCO, K., BYINGTON, S., AND HARKEY, D. 2001a. Guidelines and Recommendations to Accommodate Older Drivers and Pedestrians.

STAPLIN, L., LOCOCO, K., BYINGTON, S., AND HARKEY, D. 2001b. Highway Design Handbook for Older Drivers and Pedestrians, FHWA-RD-01-103, May 2001.

SWOV 2008a. Factsheet The elderly and infrastructure.

SWOV 2008b. Factsheet The elderly in traffic.

SWOV 2009. Factsheet Cyclists.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD 1998. Transportation in an Aging Society: Improving Mobility and Safety for Older Persons - Volume 1 and Volume 2 -- Special Report.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD 2009. Improving the Safety of Older Road Users: NCHRP SYNTHESIS 348.

UNITED STATES GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE 2007. Older Driver Safety: Knowledge Sharing Should Help States Prepare for Increase in Older Driver Population.

VARDAKI S. 2008. Investigation of actual and perceived behavior of older drivers on freeways Transportation Research Board of the National Academies.

WHELAN M., L. J., OXLEY J., KOPPEL S., CHARLTON J., 2006. The Elderly and Mobility: A Review of the Literature. Monash University.

ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ Ν. 2010. *Ανάλυση Ορατότητας σε συμβολές οδών με βάση τα διάκενα Βαρέων Οχημάτων*. Ε.Μ.Π.

ΒΑΡΔΑΚΗ Σ. Year. Αξιολόγηση και αυτοαξιολόγηση της επίδοσης της οδήγησης των ηλικιωμένων οδηγών στον αυτοκινητόδρομο. *Ιη*: 4ο Πανελλήνιο συνέδριο οδικής ασφάλειας, 2009 Αθήνα.

ΚΑΣΑΠΗ Ε. Year. Ισόπεδοι κόμβοι – ειδικά προβλήματα – επισημάνσεις. *Ιη*: Βραχυπρόθεσμες παρεμβάσεις χαμηλού κόστους στο Εθνικό – Επαρχιακό Οδικό Δίκτυο. Κυκλοφοριακά προβλήματα – Ασφάλεια πεζών στη Χίο, 2007 Χίος.

ΚΟΛΑ Ε. 2009. *Ανάλυση ορατότητας σε ισόπεδο κόμβο: με ρυθμιστική πινακίδα υποχρεωτικής διακοπής πορείας*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

ΤΣΑΝΑΚΤΣΙΔΗΣ, Δ., ΤΣΙΤΟΥΛΑΣ, Δ.,. 2003. *Σύγχρονα συστήματα εξοπλισμού των οδών*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.