

Οδικά ατυχήματα σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού: Ο ρόλος της όρασης

Σωτήρης Πλαΐνης - Ιωάννης Παλλήκαρης
Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης (ΙΟΟ), Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των οδικών ατυχημάτων με έναν πρωτότυπο τρόπο που επιδεικνύει ότι ένας δυσανάλογος αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων συμβαίνει κατά τις νυχτερινές ώρες. Η υπόθεση ότι αυτό μπορεί να οφείλεται στην κούραση ή την κατανάλωση αλκοόλ απορρίπτεται. Είναι αξιοσημείωτο ότι το 2001 το 25% των νυχτερινών οδικών ατυχημάτων σε δρόμους που δεν ήταν φωτισμένοι ήταν θανατηφόρα. Αυτό το ποσοστό είναι τουλάχιστον 3 φορές χαμηλότερο για τα ατυχήματα που συμβαίνουν σε φωτισμένους δρόμους. Σημαντική επιβεβαίωση για τα παραπάνω αποτελεί το γεγονός ότι η ίδια αναλογία παρατηρείται και στην Μ. Βρετανία, η οποία παρουσιάζει την μικρότερη συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων στην ΕΕ.

Υπάρχουν κάποια ισχυρά φυσιολογικά αίτια για αυτή την παρατήρηση: η επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού πραγματοποιείται από τα ραβδία (φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδή) που παρουσιάζουν αργές αντιδράσεις. Ως αποτέλεσμα οι οπτικοί χρόνοι αντίδρασης του ανθρώπου είναι αργότεροι, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις ακινητοποίησης των οχημάτων.

Η παραπάνω παρατήρηση δυστυχώς δεν έχει λάβει την επαρκή προσοχή από του Αρμόδιους Φορείς (π.χ. Αστυνομία, υπηρεσίες των Υπουργείων Μεταφορών, Δημοσίων Έργων και Υγείας, Εθνικό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας), ενώ είναι αξιοσημείωτο ότι οι ίδιοι οι οδηγοί δεν μπορούν να αντιληφθούν ότι τα αντανακλαστικά τους επιβραδύνονται σημαντικά τη νύχτα.

1. Η θλιβερή εικόνα των οδικών τροχαίων ατυχημάτων

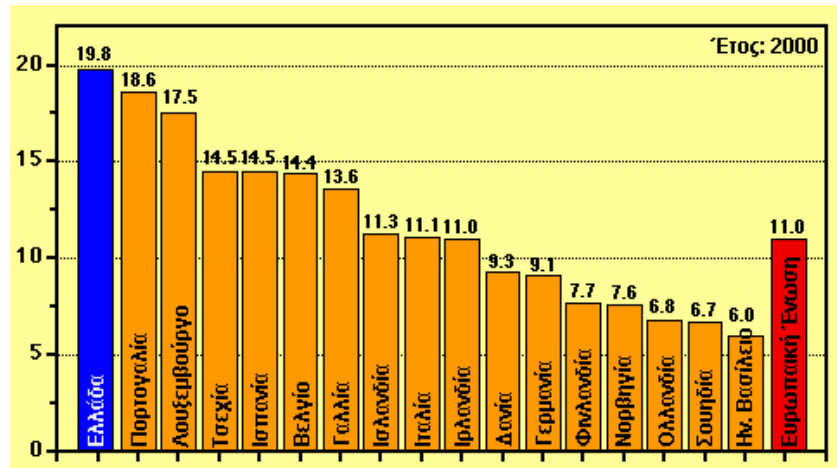
Η χώρα μας εμφανίζει την μικρότερη θνησιμότητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση από χρόνια νοσήματα, παρουσιάζει όμως έναν από τα μεγαλύτερα ποσοστά οδικών τροχαίων ατυχημάτων. Είναι γεγονός, αν και τα τελευταία τρία χρόνια παρατηρήθηκαν μειωτικές τάσεις στον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων (μείωση κατά 14.9% το 2002), ότι η Ελλάδα διατηρεί ακόμη το υψηλότερο ποσοστό θανατηφόρων ατυχημάτων μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όταν αυτά αναλύονται με βάση τον πληθυσμό ή τα οχηματο-χιλιόμετρα (βλ. Σχ. 1; OECD [10]).

Τα οδικά ατυχήματα, εκτός από την ανθρώπινη τραγωδία, έχουν ένα πολύ σημαντικό κοινωνικο-οικονομικό κόστος. Έχει εκτιμηθεί (Highway Economics [6]; Peden [12]) ότι συνολικό ετήσιο κόστος των τροχαίων ατυχημάτων αγγίζει το 2% του ΑΕΠ στις χώρες της Ε.Ε. Πιο συγκεκριμένα, το κόστος ενός θανατηφόρου ατυχήματος στην Μ.Βρετανία προσεγγίζει τα 1.8 εκατομμύρια Ευρώ, ενώ το κόστος ενός ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό αγγίζει τα 170.000 Ευρώ. Στην παραπάνω τιμή υπολογίζεται το "ανθρώπινο" κόστος και οι υπόλοιπες δαπάνες προκύπτουν από υλικές ζημιές στα οχήματα και στο οδικό δίκτυο, έξοδα ιατρικής περίθαλψης, και το κόστος ενασχόλησης της τροχαίας και των άλλων εμπλεκομένων φορέων (χωρίς να συνυπολογίζονται τα έξοδα ασφάλισης).

2. Αιτιολογικοί Παράγοντες – Η σημασία του οδικού φωτισμού

Όταν τα στατιστικά των οδικών ατυχημάτων αναλύονται, υπάρχουν αναπόφευκτα αρκετοί αιτιολογικοί παράγοντες. Οι περισσότεροι από αυτούς αφορούν την υποδομή του οδικού δικτύου και του οδικού περιβάλλοντος (π.χ. οδόστρωμα, σήμανση, φωτισμός, κλιματολογικές συνθήκες), τον τεχνικό εξοπλισμό και την μηχανολογική κατάσταση των οχημάτων, τον έλεγχο του συστήματος (π.χ. επιτήρηση, αστυνόμευση, πρόληψη, περίθαλψη) και τον ανθρώπινο παράγοντα (οδηγοί, πεζοί). Το «ανθρώπινο λάθος», περιλαμβάνει μια σειρά από παράγοντες που αφορούν την υπερβολική ταχύτητα, την κατανάλωση αλκοόλ, τη μη χρήση της ζώνης ασφαλείας, την κούραση και την επικίνδυνη ή επιθετική οδήγηση.

Ένας παράγοντας στον οποίο δεν έχει δοθεί η απαραίτητη βαρύτητα αποτελούν τα επίπεδα περιβαλλοντικού φωτισμού κατά την σύγκρουση. Αν και είναι σχετικά δύσκολο να γίνει άμεσως συσχετισμός των ατυχημάτων με την μειωμένη ορατότητα, είναι γνωστό ότι ένας δυσανάλογος αριθμός ατυχημάτων συμβαίνει τη νύχτα (Owens [11]; Sullivan [17]; Plainis [14]). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι τα ατυχήματα που αφορούν παρασύρσεις πεζών, ποδηλατιστών και μοτοσυκλετιστών μέσα στην πόλη αυξάνονται κατά σημαντικό βαθμό σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού.



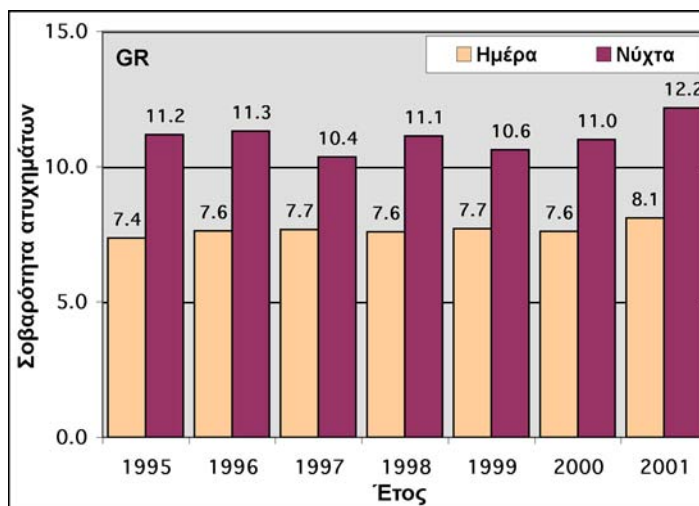
Σχεδιάγραμμα 1: Συχνότητα θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων (θανατηφόρα ατυχήματα ανά 100.000 κατοίκους) στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πηγή: OECD [10]).

Η αναλογία του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100 ατυχήματα έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης «σοβαρότητας των ατυχημάτων, υποδηλώνοντας ότι ένα θανατηφόρο ατύχημα συνήθως προκαλείται εξαιτίας της ισχυρότερης σύγκρουσης μεταξύ δύο οχημάτων (η οποία μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη ταχύτητα ή / και στα μειωμένα αντανακλαστικά των οδηγών). Στο Σχ. 2 επιχειρείται μια σύγκριση της «σοβαρότητας» των ατυχημάτων κατά την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, "υποδεικνύοντας" ότι τα νυχτερινά ατυχήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη «σοβαρότητα».

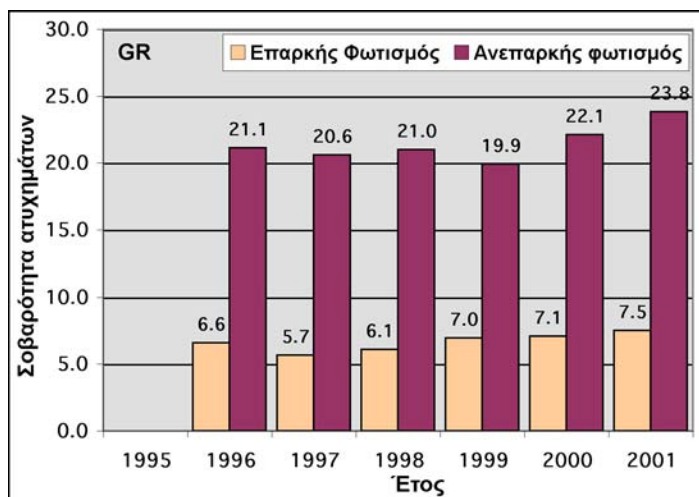
Αν και είναι εμφανές ότι και άλλοι παράγοντες συμβάλλουν στον αυξημένο αριθμό των ατυχημάτων τις βραδυνές ώρες, όπως η ελλιπής σήμανση, η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ και η κούραση των οδηγών (π.χ. Foster [4]; Summala [18]), υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι η σοβαρότητα των ατυχημάτων συσχετίζεται άμεσα με το επίπεδο φωτισμού των δρόμων τη νύχτα (Ferguson [3]; Plainis & Murray [14]). Όπως παρουσιάζεται στην Σχ. 3, η "σοβαρότητα" των ατυχημάτων σε δρόμους στους οποίους ο φωτισμός είναι ανεπαρκής (ή απουσιάζει πλήρως) είναι πολύ υψηλότερη (περίπου 3 φορές) από αυτή σε δρόμους που είναι φωτισμένοι για όλη την "εξεταζόμενη" περίοδο (1996-2001). Μάλιστα, θα πρέπει να μας προβληματίσει η παρατήρηση ότι το 2001, σε δρόμους που δεν υπήρχε φωτισμός, περίπου ένα στα τέσσερα ατυχήματα (το 23.8%) ήταν θανατηφόρα.

Συμπεραίνεται επομένως ότι η σοβαρότητα των ατυχημάτων εξαρτάται άμεσα από τα επίπεδα φωτισμού των δρόμων τη νύχτα, αφού τριπλασιάζεται σε δρόμους που δεν έχουν επαρκή φωτισμό. Μάλιστα, το γεγονός ότι η αναλογία στην «σοβαρότητα» μεταξύ μη φωτισμένων και φωτισμένων δρόμων είναι σχεδόν ίδια και στην Μεγ. Βρετανία (βλ. Σχ. 4; Road Accidents Great Britain [16]), η οποία παρουσιάζει την μικρότερη συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων

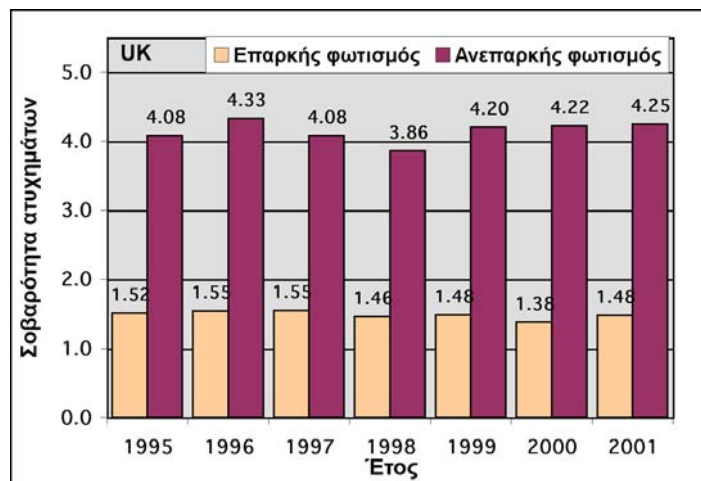
στην Ε.Ε. (βλ., Σχ. 1), υποδεικνύει την ύπαρξη κάποιου παράγοντα, ο οποίος δεν σχετίζεται ούτε με την ποιότητα του οδικού δικτύου και των οχημάτων ούτε με την «παιδεία» των οδηγών.



Σχεδιάγραμμα 2: Παρουσίαση της συνολικής εικόνας των ατυχημάτων για τα έτη 1995-2001: ο δείκτης σοβαρότητας των ατυχημάτων (αναλογία θανατηφόρων ανά 100 ατυχήματα) αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό κατά την νύχτα. (Πηγή: ΕΣΥΕ [1]).



Σχεδιάγραμμα 3: Δείκτης σοβαρότητας των ατυχημάτων (αναλογία θανατηφόρων ανά 100 ατυχήματα) κατά τις νυχτερινές ώρες σε δρόμους με διαφορετικό οδικό φωτισμό για τα έτη 1996-2001 (Πηγή: ΕΣΥΕ [1]).



Σχεδιάγραμμα 4: Δείκτης σοβαρότητας των ατυχημάτων (αναλογία θανατηφόρων ανά 100 ατυχήματα) κατά τις νυκτερινές ώρες σε δρόμους με διαφορετικό οδικό φωτισμό στη Μ. Βρετανία για τα έτη 1995-2001 (Πηγή: Road Accident Great Britain [16]).

3. Λειτουργικές διαστάσεις της νυκτερινής όρασης

Πολλές ερευνητικές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η όραση του οδηγού αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα για την ασφαλή οδήγηση (βλ. για ανασκόπηση Charman [2]). Παράλληλα, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι το 90% των αισθητήριων πληροφοριών που χρησιμοποιούμε κατά την οδήγηση αφορά την αίσθηση της όρασης (Hills [7]). Είναι σήμερα αδιαμφισβήτητο ότι η οδήγηση λαμβάνει χώρα σε ένα πολυσύνθετο περιβάλλον και για αυτό απαιτεί ανάπτυξη ικανοτήτων όρασης απαραίτητων για την έγκαιρη αποφυγή πιθανών συγκρούσεων.

Κατά την διάρκεια της ημέρας ή στην περίπτωση που ο φωτισμός των δρόμων είναι επαρκής, οι οπτικές πληροφορίες που δέχεται και χρησιμοποιεί ο οδηγός (όπως αντίληψη βάθους και κίνησης, περίγραμμα, φωτεινότητα και χρωματικότητα αντικειμένων) καθορίζουν σε μεγάλο ποσοστό το οπτικό του πεδίο και την οπτικό-κινητική του αντίληψη. Αυτές οι πληροφορίες είναι σημαντικές για την ανίχνευση και αναγνώριση των «αντικειμένων» που τον ενδιαφέρουν (π.χ. αντικείμενα οδικής σήμανσης και σηματοδότησης, άλλα οχήματα, πεζοί), τον προσανατολισμό του στο χώρο και την αποφυγή πιθανών εμποδίων.

Κατά τη νυκτερινή οδήγηση, σε συνθήκες απουσίας περιβαλλοντικού φωτισμού (βλ. Σχ. 5), οι οπτικές πληροφορίες στο οπτικό πεδίο του οδηγού μειώνονται δραματικά, με αποτέλεσμα ο οδηγός να αντιμετωπίζει δύο κύρια προβλήματα: (α) δυσκολία στην αντίληψη των «εν-δυνάμει» κινδύνων και (β) κοπιωπία - κυρίως από τα φώτα των επερχόμενων οχημάτων (τα οποία

προκαλούν αυξημένο θάμβος, Murray [9]). Και τα δύο είναι στενά συνδεδεμένα με την σημαντική μείωση της «λειτουργικής» όρασης σε χαμηλό φωτισμό.



Σχεδιάγραμμα 5: Νυχτερινή οδήγηση - Φωτογραφίες από αστικούς δρόμους του Ηρακλείου Κρήτης με πολύ καλό (αριστερά) και ανεπαρκή (δεξιά) φωτισμό. Είναι εμφανές ότι στην δεύτερη περίπτωση η ορατότητα είναι σημαντικώς μειωμένη.

Η επίδραση της μειωμένης φωτεινότητας στις διάφορες λειτουργίες της όρασης έχει μελετηθεί διεξοδικά στο παρελθόν και είναι γνωστό ότι σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού διάφορα χαρακτηριστικά της οπτικής συμπεριφοράς, όπως η διακριτική ικανότητα, η αντίληψη της κίνησης και η προσαρμοστική ικανότητα του οφθαλμού, μειώνονται αισθητά, ενώ παράλληλα χάνεται η αντίληψη του βάθους (στερεοσκοπική όραση) και η έγχρωμη όραση. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στο ημίφως και σε σκοτοπικές συνθήκες φωτισμού, τα ραβδία (φωτοϋποδοχείς υπεύθυνοι για την όραση στο σκοτάδι) διέπουν την λειτουργία της όρασης. Μπορεί βέβαια η λειτουργία των ραβδίων να αυξάνει την φωτεινή μας ευαισθησία στο σκοτάδι (Plainis [15]), εξαιτίας όμως της αργής τους αντίδρασης μειώνονται τα αντανακλαστικά μας, ενώ ταυτόχρονα αλλοιώνεται η αντίληψη της κίνησης, με αποτέλεσμα τα "αντικείμενα" να φαίνονται ότι κινούνται πιο αργά από ότι στην πραγματικότητα (Gegenfurtner [5]).

4. Οπτικός Χρόνος Αντίδρασης

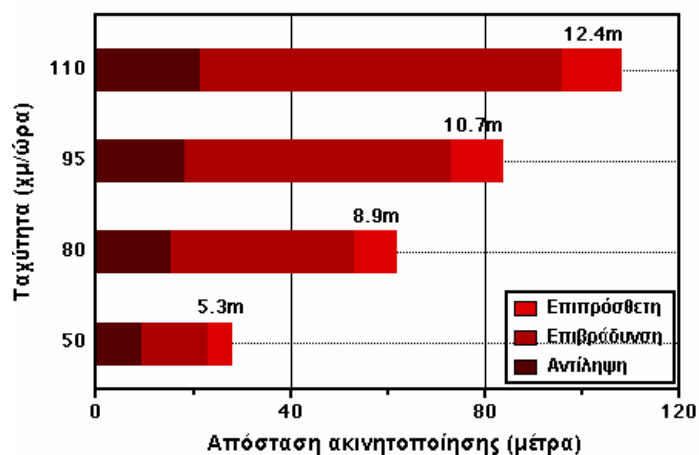
Από την στιγμή που η οδήγηση αποτελεί μία οπτο-κινητική διαδικασία είναι αυτονόητο ότι ένας τρόπος αξιολόγησης της ικανότητας των οδηγών να αντιμετωπίζουν επικίνδυνες καταστάσεις είναι η καταγραφή του Οπτικού Χρόνου Αντίδρασης (ΟΧΑ). Ως ΟΧΑ αναφέρεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της εμφάνισης ενός οπτικού ερεθίσματος και της απόκρισης του συμμετέχοντα με την προϋπόθεση ότι του έχει ζητηθεί να αντιδράσει όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Μια σειρά από μελέτες απέδειξε ότι ο ΟΧΑ σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και για αντικείμενα/εικόνες χαμηλής αντίθεσης αυξάνεται σημαντικά (Plainis [13]).

Ο ΟΧΑ έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του χρόνου πρόσκρουσης με ένα αντικείμενο. Στην οδήγηση προσφέρει σημαντική πληροφορία γιατί μπορεί να «μεταφραστεί» στην απόσταση που απαιτείται για

την ακινητοποίηση ενός οχήματος για την αποφυγή ενός ατυχήματος (Leibowitz [8]; Plainis & Murray [14]), υπολογισμοί που συμπεριλαμβάνονται στον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας της Μ. Βρετανίας (the UK Highway Code). Η κρίσιμη απόσταση ακινητοποίησης (CSD) ενός οχήματος υπολογίζεται ως το άθροισμα της «απόστασης αντίληψης» (το γινόμενο της ταχύτητας του οχήματος, V, και του οπτικού χρόνου αντίδρασης, τ) και της «απόστασης επιβράδυνσης» (BD) που υπολογίζεται από τον χρόνο που απαιτείται για να σταματήσει το όχημα από την στιγμή που άρχισε η λειτουργία των φρένων.

$$CSD = V * \tau + BD$$

Είναι επομένως αντιληπτό ότι λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού, αυξάνεται σημαντικά και η κρίσιμη απόσταση για την ακινητοποίηση του οχήματος για την αποφυγή ατυχημάτων. Το Σχ. 6 παρουσιάζει την κρίσιμη απόσταση ακινητοποίησης σε σχέση με την ταχύτητα των οχημάτων. Η επιπρόσθετη απόσταση υπολογίζεται από την αύξηση στον OXA (από 200 σε 600ms) σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Για παράδειγμα, για την ακινητοποίηση ενός οχήματος που κινείται με ταχύτητα 80km/ώρα απαιτούνται θεωρητικά **επιπρόσθετα 8.9 μέτρα** σε δρόμους που δεν υπάρχει φωτισμός (σε σχέση με τους καλά "φωτισμένους" δρόμους), απόσταση αρκετά σημαντική αν λάβουμε υπόψη ότι πολλές συγκρούσεις αποφεύγονται για λίγα μέτρα (βλ. Σχ.6).



Σχεδιάγραμμα 5: Συνολική απόσταση ακινητοποίησης όπως αναλύεται στη απόσταση αντίληψης και επιβράδυνσης για διάφορες ταχύτητες των οχημάτων. Η επιπρόσθετη απόσταση υπολογίζεται από την αύξηση της απόστασης ακινητοποίησης σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού.

Οι παραπάνω υπολογισμοί αφορούν ιδανικές συνθήκες, κατά τις οποίες ο οδηγός είναι συγκεντρωμένος στην οδήγηση και σε ετοιμότητα για την αποφυγή κάθε κινδύνου. Στην πραγματικότητα όμως, ο οδηγός δεν δέχεται μόνο οπτικές

πληροφορίες, αλλά ταυτόχρονα ελέγχει την κατεύθυνση και την ταχύτητα του οχήματος, ενώ είναι πιθανόν διαφημιστικές πινακίδες και βιτρίνες καταστημάτων που συναντώνται συχνά στο αστικό οδικό δίκτυο να αποσπούν την προσοχή του, με αποτέλεσμα την μείωση της ετοιμότητάς του.

5. Συμπεράσματα

Είναι γνωστό ότι ένας δυσανάλογος αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων συμβαίνει κατά τις νυχτερινές ώρες. Η εισαγωγή οδικού φωτισμού οδηγεί σε μείωση της σοβαρότητας των ατυχημάτων περίπου στο 30%. Το ίδιο ποσοστό παρατηρείται στην Μ.Βρετανία, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη συχνότητα θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων στην Ε.Ε.

Υπάρχουν κάποια ισχυρά φυσιολογικά αίτια πίσω από αυτή την παρατήρηση: εικόνες χαμηλού φωτισμού και χαμηλής αντίθεσης, όπως πεζοί με σκουρόχρωμα ρούχα ή ποδηλατιστές χωρίς φώτα, επεξεργάζονται με καθυστέρηση από το οπτικό σύστημα, κυρίως λόγω των αργών αντιδράσεων των ραβδίων (φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδή). Ως αποτέλεσμα οι οπτικοί χρόνοι αντίδρασης είναι αργότεροι, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις ακινητοποίησης των οχημάτων.

Η παραπάνω παρατήρηση δυστυχώς δεν έχει λάβει την επαρκή προσοχή από τους Αρμόδιους Φορείς (π.χ. Αστυνομία, υπηρεσίες των Υπουργείων Μεταφορών, Δημοσίων Έργων και Υγείας, Εθνικό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας), ενώ είναι αξιοσημείωτο ότι ούτε ο πιο συντηρητικός οδηγός δεν μπορεί να αντιληφθεί ότι τα αντανάκλαστα του επιβραδύνονται σημαντικά τη νύχτα. Ως αποτέλεσμα είναι πιθανή η υπερ-εκτίμηση από την πλευρά του οδηγού της "απόστασης ασφαλείας" που απαιτείται για την ακινητοποίηση του οχήματος και την αποφυγή ενός ατυχήματος.

6. Ευχαριστίες

Η παραπάνω εργασία επιχορηγείται από την ΓΓΕΤ και το Βρετανικό Συμβούλιο στα πλαίσια του διετούς διακρατικού προγράμματος μεταξύ Ελλάδας - Μ. Βρετανίας (Πανεπιστήμια Μάντσεστερ – Κρήτης) με τίτλο "Οδικά ατυχήματα, ορατότητα και οπτική συμπεριφορά σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού".

7. Παραπομπές

1. ΕΣΥΕ. *Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, Τμήμα Παροχής Στατιστικής Πληροφόρησης*, 2003
2. Charman, W.N. *Vision and driving--a literature review and commentary*. *Ophthalmic Physiol Opt*, 17 (5), 371-391, 1997
3. Ferguson, S.A., Preusser, D.F., Lund, A.K., Zador, P.L., & Ulmer, R.G. *Daylight saving time and motor vehicle crashes: the reduction in pedestrian and vehicle occupant fatalities*. *Am J Public Health*, 85 (1), 92-95, 1995
4. Foster, G.R., Dunbar, J.A., Whittet, D., & Fernando, G.C. *Contribution of*

- alcohol to deaths in road traffic accidents in Tayside 1982-6.* Br Med J (Clin Res Ed), 296 (6634), 1430-1432, 1988
5. Gegenfurtner, K.R., Mayser, H., & Sharpe, L.T. *Seeing movement in the dark.* Nature, 398 (6727), 475-476, 1999
 6. Highway Economics. *Notes on valuation of accidents.* Department for Transport, UK, 2002
 7. Hills, B.L. *Vision, visibility, and perception in driving.* Perception, 9 (2), 183-216, 1980
 8. Leibowitz, H.W., Owens, D.A., & Tyrrell, R.A. *The assured clear distance ahead rule: implications for nighttime traffic safety and the law.* Accid Anal Prev, 30 (1), 93-99, 1998
 9. Murray, I.J., Plainis, S., & Carden, D. *The ocular stress monitor: a new device for measuring discomfort glare.* Lighting Res. Technol., 34 (3), 231-242, 2002
 10. OECD, R.R.G. *Road and Traffic accident database.* (Organisation for Economic Co-operation and Development, Road Research Group, Paris, 2001
 11. Owens, D.A., & Sivak, M. *Differentiation of visibility and alcohol as contributors to twilight road fatalities.* Hum Factors, 38 (4), 680-689, 1996
 12. Peden, M., & Sminkey, L. *World Health Organization dedicates World Health Day to road safety.* Inj Prev, 10 (2), 67, 2004
 13. Plainis, S., & Murray, I. *Neurophysiological interpretation of human visual reaction times: effect of contrast, spatial frequency and luminance.* Neuropsychologia, 38, 1555-1564, 2000
 14. Plainis, S., & Murray, I.J. *Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night.* Ophthalmic Physiol Opt, 22 (5), 409-415, 2002
 15. Plainis, S., Murray, I.J., & Charman, W.N. *The Role of Retinal Adaptation in Night Driving.* Optom Vis Sci, 82 (8), 682-688, 2005
 16. Road Accidents Great Britain. *Road Accident Data.* The Department for Transport, Local Government and the Regions, United Kingdom., 1996-2002
 17. Sullivan, J.M., & Flannagan, M.J. *The role of ambient light level in fatal crashes: inferences from daylight saving time transitions.* Accid Anal Prev, 34 (4), 487-498, 2002
 18. Summala, H., & Mikkola, T. *Fatal accident among car and truck drivers: effects of fatigue, age, and alcohol consumption.* Human Factors, 36 (2), 315-326, 1994

English summary

The paper presents some statistics of road traffic accidents in a novel way which demonstrate convincingly that a disproportionate number of fatal accidents occur after dark. The idea that this might be due to fatigue, alcohol use or traffic density is dispelled. Introducing road lighting leads to an approximate 3 times decrease in the severity of accidents in both UK and Greece, despite the fact that these countries have dramatically different injury rates.

A sound physiological explanation for the phenomenon is advanced: It is argued that processing information based on low luminance, low contrast targets is much slower than that for high contrast bright targets, due to the function of rod photoreceptors under these conditions. As a result visual reaction times under low lighting conditions are substantially longer than under optimal conditions. It is shown that the longer RTs transpose in to significantly increased stopping distances.

A crucial point is that drivers are largely unaware that their visual processing is slowed under dim conditions. This important point has received scant attention in the road safety literature, by the Highways Agency, the Police, injury prevention officials, and indeed, the UK Highway Code.