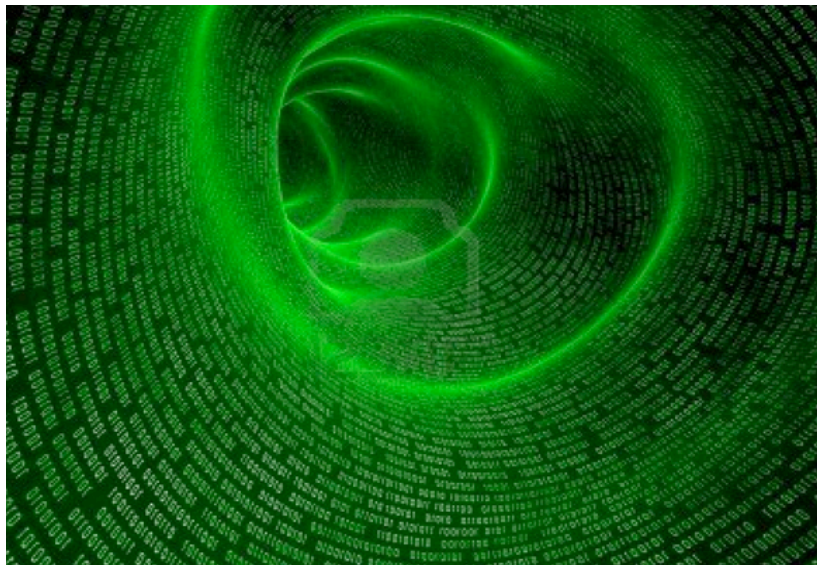




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας

**«Μοντελοποίηση σεναρίων εξέλιξης κινδύνων  
κατά την οδήγηση εντός σηράγγων»**



*Ζαρμακούπης Μιχαήλ*

*Επιβλέπων καθηγητής: Κηρυττόπουλος Κωνσταντίνος*

ΑΘΗΝΑ,  
ΙΟΥΛΙΟΣ 2013



## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας Κ. Κηρυττόπουλο καθώς και τον Υπ. Δρ. Κ. Καζάρα για την πολύτιμη βοήθειά τους, η οποία συνέβαλλε στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.



*Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον Οδηγό συγγραφής Διπλωματικών εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι προϊόν δικής μου δουλειάς και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποιήσα.*



## Έποψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μοντελοποίηση αριθμού σεναρίων εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης μέσα σε οδικές σήραγγες, μέσω κατάλληλου σχεδιαγράμματος. Απώτερος στόχος της εργασίας είναι η εκμετάλλευση του μοντέλου που δημιουργήθηκε με σκοπό τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού ικανού να μεταδώσει τις απαραίτητες γνώσεις σχετικά με την ασφαλή οδήγηση και τις ενδεδειγμένες αντιδράσεις σε περίπτωση έκτακτων περιστατικών που μπορεί να παρουσιαστούν στο εσωτερικό περιβάλλον της σήραγγας.

Προαπαιτούμενη για τη δημιουργία του προαναφερθέντος σχεδιαγράμματος, είναι η εμπέδωση όλων των απαραίτητων γνώσεων που πρέπει να μεταφερθούν στον πιθανό χρήστη ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού σχετικού με την ασφαλή οδήγηση εντός οδικής σήραγγας. Επιπλέον, είναι απαραίτητη η επιλογή των κατάλληλων σεναρίων που θα παρουσιαστούν στο χρήστη του παιχνιδιού, προκειμένου αυτός να μπορέσει με διασκεδαστικό, σύντομο και περιεκτικό τρόπο να λάβει τις επιθυμητές γνώσεις.

Μέσω της προαναφερθείσας διαδικασίας, θεωρείται ότι επετεύχθη τελικά ο στόχος της δημιουργίας ενός σχεδιαγράμματος σεναρίων εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια διέλευσης ενός οχήματος μέσα από οδική σήραγγα, ικανού να αποτελέσει ισχυρή βάση πάνω στην οποία θα στηριχθεί ένας προγραμματιστής προκειμένου να μπορέσει να δημιουργήσει ένα ευχάριστο κι ουσιαστικά εκπαιδευτικό παιχνίδι σχετικό με την ασφαλή οδήγηση στις οδικές σήραγγες.

## **Synopsis**

The aim of this work is the modeling of scenarios regarding development risks when driving in road tunnels, through a suitable diagram. Ultimate goal of the work is the use of the model created for the purpose of creating an educational game able to communicate the necessary knowledge about safe driving and the appropriate responses in events of emergencies that may occur in the internal environment of the tunnel.

Prerequisite for the creation of that diagram is the consolidation of all necessary knowledge to be transferred to the potential user of an educational game about safe driving in road tunnel. Moreover, it is necessary to select the appropriate scenarios to be presented to the user of the game, in order to enable him to obtain the desired knowledge in a fun, short and concise manner.

Through the above process, it is considered that the goal of creating a diagram of scenarios regarding developing risks during the transit of a vehicle through a tunnel, capable of providing a strong base for a developer to create a pleasant and substantial educational game about safe driving in road tunnels, was successfully reached.



## Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>ΜΕΘΟΔΟΣ.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΗ ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΣΗΡΑΓΓΕΣ.....</b>	<b>17</b>
3.1	ΕΙΔΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΔΙΚΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ.....	17
3.2	ΠΙΘΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΙ ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΧΡΗΣΤΗ ΟΔΙΚΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ .....	35
3.2.1	<i>Ομαλή διέλευση .....</i>	<i>36</i>
3.2.2	<i>Έκτακτα περιστατικά.....</i>	<i>39</i>
<b>4</b>	<b>ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ .....</b>	<b>50</b>
4.1	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	50
4.2	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ.....	53
4.3	ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ .....	62
4.4	ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	72
<b>5</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>90</b>
<b>6</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>91</b>

## Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΕ ΟΔΙΚΗ ΣΗΡΑΓΓΑ .....	17
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΥΨΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ.....	18
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	20
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....	20
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.....	22
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΣΤΑΘΜΟΥ ΕΠΕΙΓΟΥΣΑΣ ΑΝΑΓΚΗΣ.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΥΠΑΡΞΗ ΕΞΟΔΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΕΞΙΑ Η ΑΡΙΣΤΕΡΑ.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΕΞΟΔΟΥΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....	26
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΛΟΓΩ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΔΙΠΛΑΝΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ .....	27
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΑΜΕΑ ΣΕ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟ.....	32
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΓΙΑ ΥΠΑΡΞΗ ΕΙΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ .....	33
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑ .....	47
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΚΑΤΟΨΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1.....	75
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2.....	77
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3.....	79
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 4.....	81
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 5.....	83
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 6.....	85
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 7.....	87
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 8.....	89

## Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΙΘΑΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ .....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΧΡΗΣΤΗ.....	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΣΥΜΒΟΛΑ ΔΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	73



# 1 Εισαγωγή

Τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει ραγδαία αύξηση στην κατασκευή οδικών σηράγγων, ο αριθμός των οποίων αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται τα επόμενα χρόνια (Kazaras, Kirytopoulos et al. 2012). Οι οδικές σήραγγες έχουν, έως τώρα, προσφέρει οφέλη σε ποικίλους τομείς. Η μετακίνηση των ανθρώπων, αλλά και η μεταφορά των υλικών αγαθών έχουν διευκολυνθεί σε μεγάλο βαθμό, η σύνδεση των Ευρωπαϊκών χωρών έχει βελτιωθεί, ενώ απομονωμένες περιοχές έχουν αποκτήσει εύκολη προσβασιμότητα, κάτι το οποίο έχει δώσει ώθηση στην οικονομική τους άνθηση. Πέρα όμως από τα οφέλη, προκύπτει και ένα σημαντικό θέμα σχετικά με τον βαθμό επικινδυνότητας των ατυχημάτων εντός των οδικών σηράγγων (Kirytopoulos, Rentizelas et al. 2010).

Παρά το γεγονός ότι η συχνότητα των συγκεκριμένων ατυχημάτων είναι αρκετά χαμηλή, οι πιθανές επιπτώσεις τους είναι ιδιαίτερα σοβαρές και ενδέχεται να πλήξουν, πέραν της υλικής υποδομής της σήραγγας, τους χρήστες της, το περιβάλλον, την οικονομία, καθώς και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο (Kirytopoulos, Rentizelas et al. 2010, Kazaras, Kirytopoulos et al. 2012). Δεδομένου της βαρύτητας των επιπτώσεων, τα ατυχήματα εντός σήραγγας κρίνονται περισσότερο σημαντικά από τα ατυχήματα σε ανοιχτούς δρόμους και κεντρίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό το δημόσιο ενδιαφέρον και το ενδιαφέρον των μέσων μαζικής ενημέρωσης. Χαρακτηριστικά, το πιο σοβαρό ατύχημα σε οδική σήραγγα συνέβη το έτος 1999 στη “Mont Blanc Tunnel”, όπου ξέσπασε φωτιά και καταμετρήθηκαν 39 νεκροί (Haack 2002).

Η σοβαρότητα των συνεπειών που επιφέρουν τα ατυχήματα εντός σηράγγων έχει κεντρίσει το επιστημονικό ενδιαφέρον αναφορικά με την ασφάλεια στις οδικές σήραγγες. Αποτέλεσμα αυτών των μελετών είναι η δημιουργία νέων προτύπων ασφαλείας για τις Ευρωπαϊκές σήραγγες, τα οποία καθορίζουν τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας των σηράγγων (Kinateder, Pauli et al. 2012).

Πέραν όμως των προδιαγραφών ασφαλείας, σημαντικό ρόλο στην πρόκληση ατυχημάτων φαίνεται να διαδραματίζει και η ανθρώπινη συμπεριφορά, στην οποία καταλογίζεται περίπου το 95% όλων των ατυχημάτων σε οδικές σήραγγες (Kinateder, Pauli et al. 2012).

Εκτιμώντας τη σοβαρότητα των επιπτώσεων ενός ατυχήματος εντός οδικής σήραγγας κρίνεται επιτακτική η επαρκής γνώση της σήμανσης και του εξοπλισμού των οδικών σηράγγων, καθώς και η γνώση της απαιτούμενης οδηγικής συμπεριφοράς εντός αυτών, η οποία θα πρέπει να παρέχεται μέσω κατάλληλης εκπαίδευσης. Σύμφωνα με μελέτες, η παροχή πληροφόρησης, για παράδειγμα μέσω ανάγνωσης ενός φυλλαδίου, και οι προφορικές οδηγίες επιφέρουν βελτίωση στην ανθρώπινη συμπεριφορά σε προσομοιώσεις ατυχημάτων σε σήραγγες, και μάλιστα με έναν αρκετά οικονομικό τρόπο. Απομένει βέβαια η επιβεβαίωση αυτών των συμπερασμάτων σε πραγματικές και όχι εικονικές καταστάσεις (Kinateder, Pauli et al. 2012). Η ένταση και το άγχος που προκαλούνται από την εμπλοκή σε ατύχημα ενδέχεται να εμποδίσουν-περιορίσουν την εφαρμογή της γνώσης που έχει αποκτηθεί μέσω πληροφόρησης (de Quervain, Roozendaal et al. 1998, Kuhlmann, Piel et al. 2005, Burke and Hutchins 2007). Αντιθέτως, η «διαδικαστική γνώση», δηλαδή η γνώση σχετικά με το πώς να συμπεριφερθεί ένα άτομο σε μια κατάσταση που έχει αποκτηθεί μέσω συμπεριφορικής εξάσκησης, ενδέχεται να είναι περισσότερο ωφέλιμη - αποτελεσματική σε καταστάσεις ατυχήματος (Anderson 1982, Burke, Salvador et al. 2011, Sitzmann 2011).

Στα πλαίσια του σύγχρονου τρόπου ζωής, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει κατοχυρώσει στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στο διαδίκτυο έναν σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές εφόσον υποστηρίζονται από το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό δύνανται να χρησιμοποιηθούν ως ενισχυτικά και υποστηρικτικά μέσα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Δαλάκα, Σκίκος et al. 2011). Η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών με στόχο την εκμάθηση των βασικών αρχών οδηγικής συμπεριφοράς και της σήμανσης εντός των σηράγγων φαντάζει ιδιαίτερα υποσχόμενη. Η ενεργητική εκπαίδευση φαίνεται να προσφέρει ποικίλα πλεονεκτήματα στην εκμάθηση και τη μεταφορά της γνώσης (Bell and Kozlowski 2008). Για παράδειγμα σε σχέση με μια παθητική διάλεξη η ενεργητική εκπαίδευση φαίνεται να βελτιώνει περισσότερο τις στρατηγικές των χρηστών ως προς την αναγνώριση των κινδύνων (Romoser and Fisher 2009).

Στο πλαίσιο υλοποίησης της συγκεκριμένης ιδέας στηρίζεται η παρούσα διπλωματική εργασία μέσω της οποίας παρουσιάζεται ένα μοντέλο εξέλιξης σεναρίων κινδύνου εντός των οδικών σηράγγων ικανό να οδηγήσει τελικά στη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού.

Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα εργασία θα παρουσιασθούν:

- Στο κεφάλαιο 2 η μέθοδος με την οποία ολοκληρώθηκε ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας
- Στο κεφάλαιο 3 οι απαιτούμενες γνώσεις ενός χρήστη οδικής σήραγγας σχετικά με τη σήμανση, και τον εξοπλισμό μιας σήραγγας καθώς και με τις ενδεδειγμένες ενέργειες σε περίπτωση έκτακτων περιστατικών
- Στο κεφάλαιο 4 τα ζητούμενα σχεδιαγράμματα για τη μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνου μέσα σε μια οδική σήραγγα
- Στο κεφάλαιο 5 τα εξαγόμενα συμπεράσματα

## 2 Μέθοδος

### Βήματα εργασίας

Προκειμένου να καταλήξουμε στο τελικό σχεδιάγραμμα το οποίο περιέχει τα κατάλληλα σενάρια εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης μέσα σε οδική σήραγγα, ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

1. συλλογή όλων των απαραίτητων γνώσεων σχετικά με τη σήμανση, τον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις των οδικών σιράγγων
2. αναφορά σε όλα τα πιθανά σενάρια που ενδέχεται να αντιμετωπίσει ένας χρήστης οδικής σήραγγας
3. αναφορά σε κάποιες βασικές αρχές οι οποίες θα πρέπει να διέπουν ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι, η δημιουργία του οποίου αποτελεί το μελλοντικό στόχο της παρούσας εργασίας
4. επιλογή των κατάλληλων σεναρίων που θα μπορέσουν να μεταδώσουν τις απαραίτητες γνώσεις στον ενδεχόμενο χρήστη ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού σχετικού με την ασφάλεια στις οδικές σιράγγες, με διασκεδαστικό, σαφή και κατανοητό τρόπο
5. δημιουργία του τελικού σχεδιαγράμματος το οποίο μοντελοποιεί τα σενάρια εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης εντός οδικών σιράγγων

### Χρήσιμα εργαλεία

Για τη δημιουργία του τελικού σχεδιαγράμματος χρησιμοποιήθηκαν τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε ένα δέντρο αποφάσεων.



### 3 Γνώσεις σχετικές με την ασφαλή οδήγηση σε οδικές σήραγγες

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι γνώσεις που πρέπει να έχει ένας οδηγός έτσι ώστε να μπορεί να διασχίζει με ασφάλεια μια οδική σήραγγα. Στις γνώσεις αυτές περιλαμβάνονται:

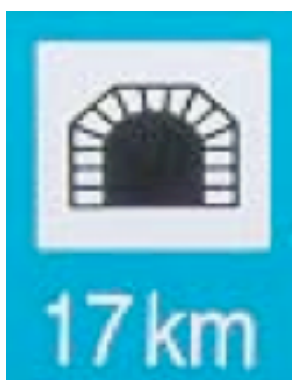
α) η ειδική, σχετική με τις οδικές σήραγγες, σήμανση, ο πιθανός εξοπλισμός και οι πιθανές εγκαταστάσεις μιας σήραγγας

β) βέλτιστες καθώς και πιθανές λανθασμένες αντιδράσεις απέναντι σε όλα τα σενάρια που μπορεί να προκύψουν κατά την οδήγηση πριν, μέσα και μετά από μια οδική σήραγγα

#### 3.1 Εδκή σήμανση, εξοπλισμός και εγκαταστάσεις οδικής σήραγγας

Παρουσιάζονται τα πιθανά σήματα, ο πιθανός εξοπλισμός και οι πιθανές εγκαταστάσεις τις οποίες μπορεί να συναντήσει κάποιος κατά τη διέλευσή του από μια οδική σήραγγα καθώς και πριν και μετά από αυτή. Επίσης, αναφέρεται η θέση στην οποία μπορεί να βρίσκονται, η σημασία τους και ο σωστός τρόπος ερμηνείας ή χρήσης τους.

Σταθερή σήμανση για προσέγγιση σε οδική σήραγγα



**Εικόνα 1: Σταθερή σήμανση για προσέγγιση σε οδική σήραγγα**

Τοποθετείται πριν την τελευταία δυνατή έξοδο του οχήματος από το δρόμο που οδηγεί στη σήραγγα, καθώς και μετά από αυτή την έξοδο και πριν την είσοδο στη

σήραγγα. Μας πληροφορεί για επικείμενη είσοδο σε σήραγγα καθώς και για το μήκος της το οποίο μπορεί να αναγράφεται είτε στην ίδια πινακίδα είτε σε ξεχωριστή. Πιθανό είναι να αναγράφεται και η ονομασία της σήραγγας. Σε σήραγγες μεγαλύτερες των 3000μ αναγράφεται το υπολειπόμενο μήκος ανά 1000μ το πολύ. Πρέπει να γίνει κατανοητό πως η συγκεκριμένη σήμανση, εκτός της ενημέρωσης που παρέχει για την επερχόμενη σήραγγα, υποδηλώνει:

- την υποχρέωση του χρήστη να ανάψει τα φώτα πορείας του οχήματός του και να βγάλει τα γυαλιά ηλίου του πριν εισέλθει στη σήραγγα
- την απαγόρευση του χρήστη να πραγματοποιήσει αναστροφή ή όπισθεν με το όχημά του
- την απαγόρευση στάσης του οχήματος εντός της σήραγγας παρά μόνο αν αυτό είναι απολύτως αναγκαίο. Όταν κάτι τέτοιο είναι αναγκαίο, η στάση θα πρέπει να γίνεται στο σημείο που επιδρά όσο το δυνατόν λιγότερο στην ομαλή κυκλοφορία των υπολοίπων οχημάτων
- την υποχρέωση του χρήστη να σβήσει τη μηχανή του οχήματός του κατά τη διάρκεια παρατεταμένης στάσης
- την οδηγία να αποφεύγονται οι συχνές προσπεράσεις και αλλαγές κατεύθυνσης
- την απαγόρευση προσπέρασης εφόσον η σήραγγα είναι μονού κλάδου και αμφίδρομη (PIARC 2011).

Σταθερή σήμανση για μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος οχήματος



**Εικόνα 2: Σταθερή σήμανση για μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος οχήματος**

Τοποθετείται πριν την τελευταία δυνατή έξοδο του οχήματος από το δρόμο που οδηγεί στη σήραγγα, καθώς και μετά από αυτή την έξοδο και πριν την είσοδο στη σήραγγα. Οι οδηγοί των οποίων το όχημα υπερβαίνει το αναγραφόμενο ύψος πρέπει να ακολουθήσουν διαφορετική διαδρομή από αυτή που οδηγεί στη σήραγγα. Σε αντίθετη περίπτωση θα αναγκαστούν να σταματήσουν πριν την είσοδο στη σήραγγα

προκαλώντας κυκλοφοριακή συμφόρηση. Σε ακόμα χειρότερη περίπτωση μπορεί να προσπαθήσουν να μπουν μέσα στη σήραγγα και να προκαλέσουν υλικές ζημιές και πιθανό δευτερεύον ατύχημα (PIARC 2011).

#### Σταθερή σήμανση για απαγόρευση διέλευσης οχήματος με επικίνδυνο φορτίο

Τοποθετείται πριν την τελευταία δυνατή έξοδο του οχήματος από το δρόμο που οδηγεί στη σήραγγα, καθώς και μετά από αυτή την έξοδο και πριν την είσοδο στη σήραγγα. Υπάρχουν 5 κατηγορίες σηράγγων όσον αφορά τα διάφορα επικίνδυνα φορτία, οι οποίες ξεκινούν από την κατηγορία Α (δεν υπάρχει καμία απαγόρευση) και καταλήγουν στην κατηγορία Ε (απαγορεύεται η διέλευση οχημάτων με οποιοδήποτε επικίνδυνο υλικό). Οι οδηγοί των οποίων τα οχήματα μεταφέρουν επικίνδυνο και απαγορευμένο για τη συγκεκριμένη σήραγγα φορτίο είναι συνήθως επαγγελματίες οδηγοί και γνωρίζουν τους περιορισμούς και τους ειδικούς κανονισμούς που ισχύουν κάθε φορά. Πρέπει να ακολουθήσουν διαφορετική διαδρομή από αυτή που οδηγεί στη σήραγγα. Σε διαφορετική περίπτωση αν εμπλακούν σε οποιοδήποτε ατύχημα υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για έκρηξη, έκλυση τοξικών αερίων και δημιουργία ακόμα και θανατηφόρων συνθηκών (PIARC 2011).

#### Σταθερή σήμανση για όριο ταχύτητας

Μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο πριν, μέσα και μετά τη σήραγγα. Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, ειδοποιεί τον οδηγό για τη μέγιστη ταχύτητα την οποία επιτρέπεται να αναπτύξει έτσι ώστε να υπάρχει η ασφάλεια σχετικά με το χρόνο αντίδρασής του σε διάφορα περιστατικά. Δεν υπάρχει συγκεκριμένο όριο ταχύτητας για όλες τις σήραγγες. Σε κάθε σήραγγα ανάλογα με τη διαμόρφωσή της υπάρχει συγκεκριμένο όριο ταχύτητας κατά τη διάρκεια ομαλής κυκλοφορίας. Τονίζεται ότι στις σήραγγες υπάρχει και ελάχιστο όριο ταχύτητας (PIARC 2011).

### Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητή σήμανση για όριο ταχύτητας



**Εικόνα 3: Μεταβλητή σήμανση για όριο ταχύτητας**

Μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο πριν, μέσα και μετά τη σήραγγα. Διαφέρει από τη σταθερή σήμανση γιατί η ύπαρξή της μεταβλητής σήμανσης υποδηλώνει ότι η σήραγγα παρακολουθείται και η κυκλοφορία της ελέγχεται από το κέντρο ελέγχου. Συνεπώς, ο λόγος ύπαρξής της είναι ιδιαίτερος και η παραβίασή της μπορεί να έχει άσχημες συνέπειες (PIARC 2011).

### Σταθερή σήμανση για απόσταση ασφαλείας



**Εικόνα 4: Σταθερή σήμανση για απόσταση ασφαλείας**

Μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο πριν, μέσα και μετά τη σήραγγα. Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, ειδοποιεί τον οδηγό για την ελάχιστη απόσταση την οποία επιτρέπεται να έχει το όχημά του από το μπροστινό όχημα κατά τη διάρκεια ομαλής κυκλοφορίας, ώστε να υπάρχει η ασφάλεια σχετικά με το χρόνο αντίδρασής του σε διάφορα περιστατικά. Η ενδειγμένη απόσταση ασφαλείας σε περίπτωση που δεν αναφέρεται κάτι διαφορετικό, είναι τουλάχιστον 50μ κατά τη διάρκεια κίνησης. Ένας εύκολος τρόπος για έναν οδηγό να τηρεί μια ασφαλή απόσταση, είναι ο κανόνας των δύο δευτερολέπτων, σύμφωνα με τον οποίο το όχημά του θα πρέπει να περάσει από το σημείο όπου βρίσκεται το πίσω μέρος του μπροστινού οχήματος τουλάχιστον μετά από δυο δευτερόλεπτα (Παπαπαύλου 2012). Ο χρόνος αυτός θα πρέπει να είναι ο διπλάσιος εφόσον το μπροστινό όχημα ανήκει στην κατηγορία των βαρέων

οχημάτων. Σε περίπτωση ακινησίας των οχημάτων, η ενδεδειγμένη απόσταση ασφαλείας μεταξύ τους είναι τουλάχιστον 5μ. Σε περίπτωση έκτακτου περιστατικού, η μη τήρηση των αποστάσεων ασφαλείας δυσχεραίνει και καθυστερεί τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης και την εκκένωση των χρηστών της σήραγγας ενώ ευνοεί τη μετάδοση φωτιάς από το ένα όχημα στο άλλο (εφόσον πρόκειται για περιστατικό που περιλαμβάνει φωτιά) (PIARC 2011).

#### Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητή σήμανση για απόσταση ασφαλείας

Μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο πριν, μέσα και μετά τη σήραγγα. Διαφέρει από τη σταθερή σήμανση γιατί η ύπαρξή της μεταβλητής σήμανσης υποδηλώνει ότι η σήραγγα παρακολουθείται και η κυκλοφορία της ελέγχεται από το κέντρο ελέγχου. Συνεπώς, ο λόγος ύπαρξής της είναι ιδιαίτερος και η παραβίασή της μπορεί να έχει άσχημες συνέπειες, οι οποίες αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο (PIARC 2011).

#### Σταθερή σήμανση που προτρέπει το χρήστη να ανάψει τα φώτα πορείας

Τοποθετείται σε σημείο πριν την είσοδο. Η προτροπή στο χρήστη να ανάψει τα φώτα πορείας του πριν την είσοδό του στη σήραγγα υποδηλώνεται είτε με αυτή την πινακίδα είτε υπονοείται με την ύπαρξη της σταθερής πινακίδας για προσέγγιση σε σήραγγα. Το περιβάλλον της σήραγγας είναι σκοτεινό ακόμα κι αν υπάρχει επαρκής φωτισμός. Είναι λοιπόν απαραίτητο για το χρήστη της σήραγγας να ανάψει τα φώτα πορείας τόσο για να μπορεί να διακρίνει τα άλλα οχήματα και τις πιθανές σημάνσεις της σήραγγας αλλά και για να γίνεται αντιληπτός από τα άλλα οχήματα. Η σημασία της τελευταίας παρατήρησης γίνεται φανερή και από το γεγονός πως οι περισσότερες μοτοσυκλέτες κατασκευάζονται πλέον έτσι ώστε όταν είναι σε λειτουργία να έχουν ανοιχτά τα φώτα πορείας (ακόμα και σε ανοιχτό δρόμο δηλαδή) για να μπορούν να τις διακρίνουν οι οδηγοί των υπόλοιπων οχημάτων.

#### Σταθερή σήμανση που ειδοποιεί το χρήστη ότι υπάρχει εκπομπή ραδιοφωνικού σήματος μέσα στη σήραγγα

Τοποθετείται πριν την είσοδο στη σήραγγα. Υποδηλώνει ότι μέσα στη σήραγγα είναι δυνατή η εκπομπή ραδιοφωνικού σήματος. Μπορεί επίσης να υπάρχει και συγκεκριμένη συχνότητα στην οποία να εκπέμπεται σήμα από το κέντρο ελέγχου. Στην τελευταία περίπτωση αναγράφεται η συχνότητα του σταθμού στη σταθερή

σήμανση πριν την είσοδο της σήραγγας. Σε περίπτωση που εκπέμπεται συγκεκριμένη συχνότητα ο χρήστης πρέπει να ανοίγει το ραδιόφωνό του και να συντονίζεται στο συγκεκριμένο σταθμό έτσι ώστε να μπορεί να λάβει γενικά μηνύματα και πληροφορίες κατά τη διάρκεια ομαλής κυκλοφορίας ή συγκεκριμένες οδηγίες κατά τη διάρκεια περιστατικού. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει συγκεκριμένη συχνότητα, αλλά παρέχεται η δυνατότητα λήψης ραδιοφωνικού σήματος, ο χρήστης θα πρέπει να ανοίγει το ραδιόφωνό του και να ενεργοποιεί τη ρύθμιση «ανακοινώσεις κυκλοφορίας» (TA), εφόσον αυτό είναι δυνατό στο όχημά του, για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως (PIARC 2011). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία είναι απαραίτητη η μετάδοση ραδιοφωνικών μηνυμάτων εφόσον προβλέπεται εκπομπή ραδιοφωνικού σήματος και υπάρχει κέντρο ελέγχου. (ΕΤΚ 2007). Είναι αξιοσημείωτο πως η ύπαρξη ραδιοφωνικού σήματος μέσα στη σήραγγα αυξάνει το αίσθημα ασφάλειας στο χρήστη (PIARC 2008b).

#### Ηλεκτρονικοί πίνακες για εκπομπή μεταβλητών μηνυμάτων

Μπορούν να τοποθετηθούν πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από μια σήραγγα. Μέσω των ηλεκτρονικών αυτών πινάκων μπορεί ο χειριστής του κέντρου ελέγχου της σήραγγας να επικοινωνήσει διάφορα μηνύματα προς τους χρήστες. Αυτά τα μηνύματα μπορεί να είναι σχετικά με έργα που γίνονται στη σήραγγα, με κάποιο εμπόδιο το οποίο μπορεί να συναντήσουν στο δρόμο τους οι χρήστες ή με κάποιο περιστατικό το οποίο θα κληθούν να αντιμετωπίσουν (PIARC 2011).

#### Ηλεκτρονικοί πίνακες με μεταβλητή σήμανση για τον έλεγχο της κυκλοφορίας



**Εικόνα 5: Μεταβλητή σήμανση για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας**

Οι ηλεκτρονικοί πίνακες τοποθετούνται πάνω από κάθε λωρίδα κυκλοφορίας (συμπεριλαμβανομένης της λωρίδας έκτακτης ανάγκης) της σήραγγας ανά τακτά διαστήματα. Κόκκινο χ σημαίνει την απαγόρευση διέλευσης από την αντίστοιχη λωρίδα. Πράσινο βέλος σημαίνει πως είναι δυνατή η διέλευση από την αντίστοιχη λωρίδα. Κίτρινο βέλος δεξιά ή αριστερά σημαίνει την ανάγκη αλλαγής λωρίδας προς τα δεξιά ή αριστερά αντίστοιχα. Σε περίπτωση που ο χρήστης αγνοήσει τη μεταβλητή

σήμανση, ενδέχεται να εμπλακεί σε ατύχημα. Ειδική περίπτωση αποτελεί η ύπαρξη μεταβλητής σήμανσης με κόκκινο χ πάνω από όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας της σήραγγας. Η περίπτωση αυτή υποδηλώνει την ανάγκη διακοπής της κυκλοφορίας λόγω κάποιου περιστατικού. Πολλές φορές, επειδή ο χρήστης δεν έχει άμεση επαφή με το περιστατικό, δεν αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο που μπορεί να υπάρχει στη σήραγγα και αγνοεί τη σήμανση. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης μπορεί να βρεθεί αντιμέτωπος ακόμα και με θανατηφόρες συνθήκες (π.χ. έντονη φωτιά και τοξικός καπνός) (PIARC 2011).

#### Οριζόντια σήμανση για τις λωρίδες κυκλοφορίας

Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, ενημερώνει το χρήστη για τις διαφορετικές λωρίδες, για το αν επιτρέπεται η προσπέραση και για το αν η κυκλοφορία είναι μονής ή διπλής κατεύθυνσης. Η διαγράμμιση σε σήραγγα μπορεί να είναι διαφορετική από αυτή σε ανοιχτό δρόμο για να μπορεί να διακρίνεται ευκολότερα στο σκοτεινό περιβάλλον της σήραγγας.

#### Σταθερή σήμανση που αναγράφει τη χιλιομετρική θέση

Οι πινακίδες τοποθετούνται ανά τακτά διαστήματα στο πλαϊνό μέρος της σήραγγας. Η κάθε πινακίδα αναγράφει τη χιλιομετρική θέση του σημείου στο οποίο βρίσκεται. Δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να γνωρίζει τη θέση στην οποία βρίσκεται. Η δυνατότητα αυτή είναι χρήσιμη σε περίπτωση επικοινωνίας του χρήστη με το κέντρο ελέγχου της σήραγγας ή με τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (τροχαία, πυροσβεστική, ασθενοφόρο ΕΚΑΒ κλπ.) (ΑΤΤΙΚΗ-ΟΔΟΣ).

#### Μπάρες

Οι μπάρες τοποθετούνται στην αρχή της σήραγγας και ανά 1000μ μέσα σε σήραγγες μεγαλύτερες από 3000μ. (ΕτΚ 2007). Ενεργοποιούνται (κατεβαίνουν) όταν είναι απαραίτητη η διακοπή της διέλευσης οχημάτων στη σήραγγα ή σε μέρος της. Η ενεργοποίησή τους σημαίνει πως υπάρχει κάποιο περιστατικό μέσα στη σήραγγα. Προστατεύουν τους χρήστες από εμπλοκή σε επικίνδυνες καταστάσεις και επιτρέπουν στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να προσέλθουν ανεμπόδιστα στο απαιτούμενο σημείο.

Πολλές φορές, επειδή ο χρήστης δεν έχει άμεση επαφή με το περιστατικό, δεν αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο που μπορεί να υπάρχει στη σήραγγα και είναι πιθανό να

προσπαθήσει να προσπεράσει την κατεβασμένη μπάρα. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης μπορεί να βρεθεί αντιμέτωπος ακόμα και με θανατηφόρες συνθήκες (π.χ. έντονη φωτιά και τοξικός καπνός) (PIARC 2011).

### Φανάρια

Τα φανάρια τοποθετούνται στην αρχή της σήραγγας και ανά 1000μ μέσα σε σήραγγες μεγαλύτερες από 3000μ. (ΕτΚ 2007). Όπως και οι υπόλοιπες μεταβλητές σημάσεις, τα φανάρια υποδηλώνουν πως η σήραγγα παρακολουθείται από κέντρο ελέγχου. Ενεργοποιούνται (ανάβει κόκκινο) όταν είναι απαραίτητη η διακοπή της διέλευσης οχημάτων στη σήραγγα ή σε μέρος της. Η ενεργοποίησή τους σημαίνει πως υπάρχει κάποιο περιστατικό μέσα στη σήραγγα. Προστατεύουν τους χρήστες από εμπλοκή σε επικίνδυνες καταστάσεις και επιτρέπουν στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να προσέλθουν ανεμπόδιστα στο απαιτούμενο σημείο. Πολλές φορές, επειδή ο χρήστης δεν έχει άμεση επαφή με το περιστατικό, δεν αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο που μπορεί να υπάρχει στη σήραγγα και αγνοεί το κόκκινο φανάρι. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης μπορεί να βρεθεί αντιμέτωπος ακόμα και με θανατηφόρες συνθήκες (π.χ. έντονη φωτιά και τοξικός καπνός) (PIARC 2011).

### Σταθερή σήμανση για ύπαρξη ειδικού αριθμού επικοινωνίας σε έκτακτη ανάγκη

Τοποθετείται συνήθως πριν την είσοδο στη σήραγγα αλλά μπορεί να τοποθετηθεί και μέσα ή μετά από τη σήραγγα. Ενημερώνει το χρήστη για την ύπαρξη αριθμού επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου της σήραγγας μέσω κινητού τηλεφώνου. Υποδηλώνει την ύπαρξη δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Η επικοινωνία με τον αναγραφόμενο αριθμό πρέπει να γίνεται μόνο σε περίπτωση ανάγκης (ατύχημα, σταματημένο όχημα, αδιαθεσία κλπ.). Η κλήση είναι χωρίς χρέωση. Ακόμα κι αν στη σήραγγα υπάρχει κάλυψη από το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, υπάρχει περίπτωση λόγω υπερφόρτωσης να μην είναι δυνατή κάποια κλήση από το κινητό τηλέφωνο. Το ενδεχόμενο αυτό είναι πιθανό σε περίπτωση ατυχήματος κατά το οποίο πλήθος χρηστών προσπαθούν να επικοινωνήσουν μέσω κινητού τηλεφώνου (PIARC 2011). Επίσης, η επικοινωνία με το κέντρο ελέγχου μέσω κινητού τηλεφώνου, δεν παρέχει αυτόματα τη δυνατότητα στο χειριστή του κέντρου ελέγχου να γνωρίζει την ακριβή θέση του χρήστη (κάτι που συμβαίνει σε περίπτωση επικοινωνίας μέσω τηλεφώνου από το σταθμό επείγουσας ανάγκης). Για τους παραπάνω λόγους, είναι προτιμότερο να επιλέγεται η επικοινωνία μέσω τηλεφώνου από το σταθμό επείγουσας ανάγκης.



Σταθερή σήμανση για Σταθμό Επείγουσας Ανάγκης και ο αντίστοιχος εξοπλισμός



**Εικόνα 6: Σταθερή σήμανση για εξοπλισμό Σταθμού Επείγουσας Ανάγκης**

Οι σταθμοί επείγουσας ανάγκης (ΣΕΑ) τοποθετούνται μέσα στη σήραγγα σε απόσταση το πολύ 150μ μεταξύ τους (ΕτΚ 2007). Ένας ΣΕΑ περιλαμβάνει τουλάχιστον δυο πυροσβεστήρες κι ένα τηλέφωνο έκτακτης ανάγκης. Είναι πιθανή η ύπαρξη κουμπιού SOS. Ο σταθμός έκτακτης ανάγκης μπορεί να είναι είτε εξωτερικός (στο τοίχωμα της σήραγγας), είτε μέσα σε θάλαμο. Στη δεύτερη περίπτωση, ο χρήστης είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζει πως ο θάλαμος αυτός δεν του παρέχει προστασία από τις συνέπειες της φωτιάς και του καπνού εκτός κι αν αυτό αναγράφεται. Συνήθως, υπάρχει ταμπέλα στην οποία αναγράφεται: «Ο χώρος αυτός δεν παρέχει προστασία σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ακολουθείστε τα σήματα στους τοίχους για να φθάσετε σε έξοδο κινδύνου» (ΕτΚ 2007).

Έξοδος κινδύνου και σχετικές σημάνσεις κι εγκαταστάσεις



**Εικόνα 7: Σταθερή σήμανση για ύπαρξη εξόδου κινδύνου δεξιά ή αριστερά**

Η σήμανση για έξοδο κινδύνου ειδοποιεί το χρήστη για την ύπαρξη πόρτας εξόδου κινδύνου είτε από τα δεξιά είτε από τα αριστερά της πινακίδας και έχει συνήθως πράσινο χρώμα. Οι εξοδοί κινδύνου βρίσκονται δεξιά και αριστερά από τις λωρίδες κυκλοφορίας, στα τοιχώματα της σήραγγας. Απέχουν το πολύ 500μ μεταξύ τους (ΕτΚ 2007).

Ενδιάμεσα από τις εξόδους κινδύνου υπάρχουν, ανά 25μ το πολύ και σε ύψος 1 με 1,5 μ, σημάνσεις οι οποίες υποδεικνύουν την απόσταση της κοντινότερης στο χρήστη εξόδου κινδύνου προς τη μια και προς την άλλη κατεύθυνση.



**Εικόνα 8: Σταθερή σήμανση για απόσταση από εξόδους ασφαλείας**

Επίσης, όταν υπάρχει ανάγκη εκκένωσης της σήραγγας ενεργοποιείται ο φωτισμός έκτακτης ανάγκης (εκκένωσης) ο οποίος υποδεικνύει τη διαδρομή προς την έξοδο κινδύνου καθώς και τη θέση των σταθμών επείγουσας ανάγκης. Λόγω του πιθανού πυκνού καπνού αλλά και της χαμηλής φωτεινότητας που αυτός προκαλεί, είναι πιθανό πάνω από κάθε έξοδο κινδύνου να υπάρχει μεγάφωνο το οποίο εκπέμπει ακουστικό μήνυμα «έξοδος εδώ».

Η έξοδος κινδύνου παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να εγκαταλείψει τη σήραγγα πεζός όταν απαιτείται εκκένωση της σήραγγας λόγω σοβαρού περιστατικού, καθώς και τη δυνατότητα στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να οδηγηθούν πεζή στο χώρο του περιστατικού (PIARC 2011). Η πόρτα της εξόδου κινδύνου μπορεί μέσω οδεύσεων και στοών διαφυγής να οδηγήσουν το χρήστη:

α) σε ασφαλές σημείο στον εξωτερικό χώρο της σήραγγας

Σε αυτή την περίπτωση, οι χρήστες πρέπει να αναζητήσουν κάποιο σημείο συνάντησης και να ακολουθούν τις οδηγίες που βρίσκονται εκεί ή δίνονται από το προσωπικό ασφαλείας της σήραγγας ή τα μέλη των σωστικών συνεργείων.

β) σε άλλο κλάδο της σήραγγας

Σε αυτή την περίπτωση, οι χρήστες θα βρεθούν πρώτα σε ένα ενδιάμεσο σημείο το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στους κλάδους της σήραγγας. Το σημείο αυτό δεν τους παρέχει προστασία κατά της μεγάλης θερμοκρασίας και του τοξικού καπνού. Ωστόσο πρέπει να παραμείνουν εκεί μέχρι να βεβαιωθούν για την ασφαλή μετάβασή τους στον άλλο κλάδο καθώς εκεί είναι πιθανό να μην έχει διακοπεί ακόμα η κυκλοφορία και υπάρχει κίνδυνος ατυχήματος. Συνήθως στον κλάδο αυτό (ασφαλής κλάδος)

τοποθετούνται μεταβλητά σήματα τα οποία προειδοποιούν τους οδηγούς είτε να σταματήσουν την κυκλοφορία είτε να κατευθυνθούν προς συγκεκριμένη λωρίδα.



**Εικόνα 9: Μεταβλητή σήμανση ρύθμισης κυκλοφορίας λόγω εκκένωσης διπλανού κλάδου της σήραγγας**

γ) σε καταφύγιο

Τα καταφύγια είναι χώροι που παρέχουν ασφάλεια κατά της φωτιάς, του καπνού και των συνεπειών τους. Σε αυτά υπάρχει πινακίδα που ενημερώνει τους χρήστες για την ασφάλειά τους, τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης και συνήθως μεγάφωνα μέσα από τα οποία τους δίνονται οδηγίες. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, από τα καταφύγια πρέπει να ξεκινούν οδεύσεις διαφυγής διαφορετικές από τον κλάδο της σήραγγας οι οποίες οδηγούν τελικά στον εξωτερικό χώρο (ΕτΚ 2007).

Σε όλες τις περιπτώσεις απαγορεύεται ο χρήστης να γυρίσει πίσω στη σήραγγα είτε λόγω περιέργειας είτε για να πάρει τα προσωπικά του αντικείμενα. Οι συνθήκες που αναγκάζουν κάποιον να εκκενώσει τη σήραγγα μπορεί να είναι ακόμα και θανάσιμες και η επιστροφή στη σήραγγα πρέπει να γίνεται μόνο μετά από άδεια από το προσωπικό της σήραγγας ή των σωστικών συνεργείων.

Επίσης, σε περίπτωση ανάγκης, ο χρήστης πρέπει να επιλέγει την πλησιέστερη σε αυτόν ασφαλή έξοδο κινδύνου. Αν η κοντινότερη σε αυτόν έξοδος κινδύνου είναι προς την κατεύθυνση της φωτιάς και περιτριγυρισμένη από καπνό τότε αυτός θα πρέπει να επιλέγει την κοντινότερη σε αυτόν έξοδο προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Τέλος, οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν πως η είσοδος καθώς και η έξοδος της σήραγγας μπορούν να θεωρηθούν ως έξοδοι κινδύνου καθώς παρέχουν την άμεση πρόσβαση στο εξωτερικό περιβάλλον της σήραγγας (PIARC 2011).

### Πεζοδρόμια

Υπάρχουν συνήθως αν δεν υπάρχει λωρίδα έκτακτης κυκλοφορίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε από πεζούς χρήστες σε απόλυτα έκτακτη ανάγκη είτε για τη στάση οχημάτων πάλι σε απόλυτα έκτακτη ανάγκη.

### Κάμερες παρακολούθησης

Υπάρχουν σε σήραγγες στις οποίες υπάρχει κέντρο ελέγχου και δίνουν τη δυνατότητα παρακολούθησης από τον υπεύθυνο του κέντρου ελέγχου ώστε να μπορεί εκείνος να δράσει σε περίπτωση ανάγκης.

### Σύστημα εξαερισμού

Διευκολύνει στην απομάκρυνση των καταλοίπων των εξατμίσεων των οχημάτων κατά τη διάρκεια της ομαλής κυκλοφορίας και την απομάκρυνση του καπνού κατά τη διάρκεια φωτιάς. Στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να δώσουν ένα επιπλέον περιθώριο χρόνου στους χρήστες να απομακρυνθούν πριν επηρεαστούν από τις συνέπειες της φωτιάς και του καπνού οι οποίες μπορεί να είναι ακόμα και θανατηφόρες.

### Αυτόματο σύστημα καταιονισμού

Εντοπίζει την ύπαρξη καπνού και διαποτίζει τη σήραγγα με νερό με σκοπό την κατάσβεση της φωτιάς. Σε περίπτωση ενεργοποίησής του, ο χρήστης δεν πρέπει να φοβάται να βγει από το όχημά του λόγω του νερού, αλλά θα πρέπει να εγκαταλείψει όσο το δυνατόν γρηγορότερα τη σήραγγα μιας και οι συνέπειες της φωτιάς και του καπνού είναι πολύ επικίνδυνες (PIARC 2011).

### Συμβολή ή απόκλιση λωρίδων κυκλοφορίας

Η συμβολή ή απόκλιση λωρίδων εντός σήραγγας είναι καλό να αποφεύγονται κατά τη διάρκεια σχεδιασμού μιας σήραγγας. Η ύπαρξή τους είναι πιθανό να προκαλέσει αλλαγή κατεύθυνσης από διάφορους χρήστες και να δημιουργήσει μια αναστάτωση στην κυκλοφορία. Για το λόγο αυτό, ο χρήστης πρέπει να επιλέγει όσο το δυνατόν νωρίτερα τη λωρίδα εκείνη που θα τον οδηγήσει στην κατεύθυνση που θέλει, καθώς και να προσέχει ιδιαίτερα όταν η λωρίδα του συγκλίνει και τελικά ενώνεται με μια άλλη, ώστε να αποφεύγονται ελιγμοί της τελευταίας στιγμής. Επιπλέον, ο χρήστης θα πρέπει να προσέχει τη διέλευση οχημάτων που έρχονται από μια λωρίδα που ενώνεται με αυτή στην οποία βρίσκεται εκείνη τη στιγμή. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι μέσα στη σήραγγα, οι σημάνσεις για πιθανούς κόμβους είναι αναγκαστικά μικρές και περιεκτικές. Για το λόγο αυτό, ο χρήστης πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός και παρατηρητικός για πιθανή σήμανση και να επιλέγει όσο πιο νωρίς γίνεται την κατάλληλη λωρίδα κυκλοφορίας (PIARC 2011).

### Τοίχωμα σήραγγας

Το τοίχωμα που περιβάλλει τις λωρίδες κυκλοφορίας δεξιά και αριστερά είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μην αποσπά την προσοχή του χρήστη της οδικής σήραγγας. Αποφεύγονται τα έντονα χρώματα και ιδιαίτερα το κόκκινο και το κίτρινο που μπορεί να δημιουργήσουν την εντύπωση φωτιάς και να προκαλέσουν αναταραχή στο χρήστη (PIARC 2011).

### Σύστημα αποστράγγισης τοξικών και εύφλεκτων υγρών

Σε ορισμένες σήραγγες, μετά από ανάλυση επικινδυνότητας, είναι δυνατή η μεταφορά ορισμένης κατηγορίας επικίνδυνων υλικών. Σε αυτή την περίπτωση, οι σήραγγες πρέπει οπωσδήποτε να είναι εξοπλισμένες με ένα σύστημα αποστράγγισης τοξικών και εύφλεκτων υγρών έτσι ώστε να μπορούν να περιοριστούν οι συνέπειες μιας ενδεχόμενης διαρροής (ΕΤΚ 2007).

### Περίπολος σήραγγας με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό πίνακα

Όχημα της σήραγγας το οποίο διέρχεται μέσα από τη σήραγγα ανά χρονικά διαστήματα και οδηγείται σε σημεία όπου υπάρχει κάποιο περιστατικό (π.χ. αμάξι έχει μείνει από βενζίνη μέσα στη σήραγγα κ.α.) (ΑΤΤΙΚΗ-ΟΔΟΣ). Μπορεί να είναι

εξοπλισμένο με ηλεκτρονικό πίνακα όπου εκπέμπονται σημάνσεις αλλαγής της λωρίδας κυκλοφορίας ή διάφορα μεταβλητά μηνύματα σχετικά με το συγκεκριμένο περιστατικό (π.χ. έργα στη δεξιά λωρίδα, κλπ.). Είναι επίσης πιθανό να υπάρχει ενσωματωμένο megάφωνο το οποίο να εκπέμπει φωνητικά μηνύματα. Ο χρήστης που εμπλέκεται σε κάποιο περιστατικό θα πρέπει να ακολουθεί τις πιθανές οδηγίες που θα του δοθούν από τον οδηγό της περιπόλου της σήραγγας. Αντίστοιχα, ο χρήστης που βλέπει κάποια σήμανση ή μήνυμα εκπεμπόμενο από το όχημα που περιπολεί τη σήραγγα, θα πρέπει να ακολουθεί τις οδηγίες ακόμα και αν δεν αντιλαμβάνεται άμεσα το περιστατικό.

#### Κέντρο ελέγχου

Η ύπαρξη κέντρου ελέγχου είναι απαραίτητη, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, σε σήραγγες μήκους μεγαλύτερου των 3000μ. (ΕτΚ 2007), χωρίς να αποκλείεται και σε μικρότερες σήραγγες. Εφόσον υπάρχει, πρέπει απαραίτητα να συνοδεύεται από σύστημα τηλεοπτικής παρακολούθησης της σήραγγας ή από σύστημα ανίχνευσης συμβάντων ή πυρκαγιάς. Ένα κέντρο ελέγχου μπορεί να είναι υπεύθυνο και για σειρά σηράγγων. Το κέντρο ελέγχου και οι χειριστές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ομαλή κυκλοφορία εντός της σήραγγας καθώς και σε πιθανά περιστατικά. Η δράση των χειριστών μπορεί να αποτρέψει την εξέλιξη ενός απλού περιστατικού σε επείγον (π.χ. απλή συμφόρηση λόγω κίνησης να εξελιχθεί σε ατύχημα) και να συντελέσει στην ταχύτερη δυνατή εκκένωση της σήραγγας σε περίπτωση ανάγκης.

#### Ραντάρ ανίχνευσης ταχύτητας

Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, είναι πιθανή η ύπαρξη ραντάρ ανίχνευσης της ταχύτητας των οχημάτων. Έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο της απότομης επιβράδυνσης των οχημάτων σε περίπτωση ύπαρξης αυτού του εξοπλισμού σε μια σήραγγα (PIARC 2011). Κάτι τέτοιο μπορεί να αποτελέσει αιτία ατυχήματος, το οποίο μέσα στη σήραγγα μπορεί να έχει πολλές σημαντικές συνέπειες. Ο χρήστης της σήραγγας πρέπει να τηρεί το όριο ταχύτητας καθ' όλη τη διάρκεια της οδήγησής του και αυτό είναι ιδιαίτερος σημαντικό μέσα στη σήραγγα, όπου πιθανό ατύχημα μπορεί να έχει πολύ πιο σοβαρές συνέπειες από ένα ατύχημα στον ανοιχτό δρόμο.

### Ανιχνευτής ταχύτητας με ένδειξη

Ο ανιχνευτής ταχύτητας ενημερώνει τον χρήστη της οδικής σήραγγας για την ταχύτητα του οχήματός του καθώς διέρχεται από συγκεκριμένο σημείο (PIARC 2011). Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης γνωρίζει ότι η ταχύτητά του παρακολουθείται. Επιπλέον, αν η ταχύτητά του οχήματος υπερβαίνει την επιτρεπόμενη, καλείται να την προσαρμόσει στα κατάλληλα όρια.

### Φωτισμός κανονικής λειτουργίας

Λόγω του σκοτεινού περιβάλλοντος της σήραγγας, επιβάλλεται η ύπαρξη φωτισμού στο εσωτερικό της. Στο φωτισμό της σήραγγας περιλαμβάνονται τα φώτα στο πάνω μέρος της σήραγγας καθώς και οι φωτεινές ενδείξεις για την ύπαρξη σταθμών επείγουσας ανάγκης και εξόδων κινδύνου. Πρέπει να τονιστεί πως το σκοτεινό περιβάλλον της σήραγγας αντιμετωπίζεται τόσο από τις εγκαταστάσεις φωτισμού όσο και από τη δράση του χρήστη που καλείται να ανάψει τα φώτα πορείας του οχήματός του και να αφαιρέσει τα γυαλιά ηλίου που πιθανώς φοράει.

### Ηλεκτροδότηση επείγουσας ανάγκης

Μια σήραγγα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με ηλεκτροδότηση επείγουσας ανάγκης έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί ο εξοπλισμός ασφαλείας σε μείζονος σημασίας περιστατικά. Επίσης, τα κυκλώματα από τα οποία αποτελούνται τα συστήματα για καταστάσεις επείγουσας ανάγκης πρέπει να είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα έτσι ώστε πιθανή καταστροφή του ενός κυκλώματος να μην επηρεάζει τα άλλα (PIARC 2011).

### Υδροδότηση

Είναι απαραίτητη η παροχή επαρκούς ποσότητας ύδατος για τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης μέσα στη σήραγγα. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, πρέπει να υπάρχει υδροδότηση σε σημεία που να μην απέχουν μεταξύ τους περισσότερο από 250μ. (ΕτΚ 2007).

### Ειδικές εγκαταστάσεις και σήματα για ΑμεΑ

Πολλές σήραγγες παρέχουν ειδικό εξοπλισμό και σήμανση για ΑμεΑ. Τέτοιος εξοπλισμός μπορεί να είναι ειδικές ράμπες που οδηγούν σε εξόδους κινδύνου, ειδική διαμόρφωση στην πόρτα της εξόδου κινδύνου για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από

ΑμεΑ, ειδική σήμανση που να απευθύνεται σε ΑμεΑ είτε σε διάφορα σημεία στη σήραγγα είτε σε οδεύσεις διαφυγής ή καταφύγιο.



**Εικόνα 10: Σταθερή σήμανση για ΑμεΑ σε καταφύγιο**

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονισθεί πως σε περίπτωση απλού ή επείγοντος περιστατικού στο οποίο εμπλέκεται ΑμεΑ, οι υπόλοιποι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν πως τέτοια άτομα χρειάζονται βοήθεια προκειμένου να βρεθούν σε ασφαλές σημείο ή να εκκενώσουν τη σήραγγα (PIARC 2011).

#### Λωρίδα έκτακτης ανάγκης

Η λωρίδα έκτακτης ανάγκης είναι μια ακόμη λωρίδα κυκλοφορίας στην άκρη της σήραγγας η οποία έχει συγκεκριμένη χρησιμότητα. Πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο σε περιπτώσεις ανάγκης από τους χρήστες και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια ομαλής κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα, η λωρίδα έκτακτης ανάγκης επιτρέπει σε κάποιο χρήστη να σταματήσει το όχημά του σε περίπτωση ανάγκης κι εφόσον δε γίνεται να εξέλθει από τη σήραγγα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονισθεί πως η στάση μέσα στη σήραγγα είναι κάτι που πρέπει να αποφεύγεται σε κάθε περίπτωση εφόσον υπάρχει εναλλακτική λύση. Αν είναι απόλυτη ανάγκη ο χρήστης πρέπει πρώτα να αναζητήσει πιθανή ειδική διαπλάτυνση του δρόμου ή ειδικό χώρο στάθμευσης για να ακινητοποιήσει το όχημά του. Μόνο κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό, θα πρέπει να χρησιμοποιείται η λωρίδα έκτακτης ανάγκης ως χώρος στάθμευσης. Αν δεν υπάρχει ούτε λωρίδα έκτακτης ανάγκης τότε άμεση προτεραιότητα του χρήστη θα πρέπει να είναι να σταματήσει το όχημά του σε σημείο όσο το δυνατόν πιο κοντά στο τοίχωμα της σήραγγας προς τη μεριά της αργής κυκλοφορίας (δεξιά), να ανάψει αλάρμ και να καλέσει βοήθεια (PIARC 2011).



### Σήμανση για ολισθηρό οδόστρωμα

Τοποθετείται συνήθως πριν την είσοδο ή ακόμα και μέσα στη σήραγγα. Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, προειδοποιεί το χρήστη για την πιθανότητα να είναι ολισθηρό το οδόστρωμα σε κάποια σημεία του. Ο οδηγός θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός και να προσαρμόζει την ταχύτητά του κατάλληλα έτσι ώστε να μην κινδυνεύει να εκτροχιαστεί και να προκαλέσει ατύχημα. Επίσης, θα πρέπει να τηρεί την απαραίτητη απόσταση ασφαλείας από τα μπροστινά οχήματα έτσι ώστε να αποφύγει τη σύγκρουση σε περίπτωση απότομης επιβράδυνσης τους.

### Ειδική διαπλάτυνση του δρόμου - χώρος στάθμευσης (lay-by)



**Εικόνα 11: Σταθερή σήμανση για ύπαρξη ειδικού χώρου στάθμευσης**

Ειδικές διαπλάτυνσεις – χώροι στάθμευσης εντός της σήραγγας χρησιμοποιούνται σε μεγάλες σήραγγες συνήθως αν δεν υπάρχει λωρίδα έκτακτης ανάγκης αλλά γενικότερα όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Απέχουν μεταξύ τους το πολύ 1000μ (ΕΤΚ 2007). Παρέχουν τη δυνατότητα στο χρήστη να σταθμεύσει το όχημά του εφόσον υπάρχει απόλυτη ανάγκη κι εφόσον δεν είναι δυνατό να εξέλθει από τη σήραγγα. Οι ειδικοί χώροι στάθμευσης είναι εξοπλισμένοι με σταθμό επείγουσας ανάγκης και όσα αυτός παρέχει. Στους χώρους αυτούς απαγορεύεται αυστηρά η αναστροφή και η όπισθεν εκτός αν κάτι τέτοιο υποδειχθεί από τους υπεύθυνους της σήραγγας ή των σωστικών συνεργείων.

### Αριθμός κλάδων

Σε ειδικές περιπτώσεις απαιτείται η ύπαρξη δύο ή περισσότερων κλάδων σε μια σήραγγα. Όταν υπάρχει πρόβλεψη για μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο, μεγάλο ποσοστό βαρέων οχημάτων ή γενικότερες απαιτήσεις ασφαλείας, ενδείκνυται η κατασκευή δύο (ή και περισσότερων) κλάδων. Άλλοι παράγοντες που μπορεί να

συντελέσουν σε απόφαση για κατασκευή περισσότερων του ενός κλάδων αποτελούν η κλίση του οδοστρώματος και το μήκος της σήραγγας.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, σε σήραγγες με δυο κλάδους και μήκους μεγαλύτερου από 1500μ απαιτούνται εγκάρσιες διασυνδέσεις για τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (πυροσβεστική, τροχαία, ασθενοφόρα κλπ.) τουλάχιστον ανά 1500μ (ΕτΚ 2007).

Επίσης, υπάρχει διάβαση μεταξύ των κλάδων της σήραγγας μέσω μιας κεντρικής νησίδας στην είσοδο του κάθε κλάδου.

#### Αριθμός λωρίδων

Ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας σε μια σήραγγα εξαρτάται από τους ίδιους παράγοντες που αναφέρθηκαν σχετικά με τον αριθμό των κλάδων μιας σήραγγας. Με την εξαίρεση της λωρίδας έκτακτης ανάγκης, εντός και εκτός της σήραγγας διατηρείται ο ίδιος αριθμός λωρίδων (ΕτΚ 2007).

#### Κλίση σήραγγας

Η ύπαρξη κλίσης σε μια σήραγγα δυσχεραίνει την ορατότητα του χρήστη μιας σήραγγας καθώς δεν του επιτρέπουν να έχει άμεση οπτική επαφή σε τμήμα μεγάλου μήκους. Επίσης, αποτελεί σημαντικό πρόβλημα σε περίπτωση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Σύμφωνα με τη νομοθεσία «οι κατά μήκος κλίσεις άνω του 5 % δεν επιτρέπονται σε νέες σήραγγες, εκτός εάν δεν υπάρχει καμιά άλλη γεωγραφικώς εφικτή λύση (ΕτΚ 2007).

#### Στροφή

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται από το χρήστη μιας οδικής σήραγγας όταν στο δρόμο υπάρχει κάποια στροφή. Λόγω του σκοτεινού περιβάλλοντος αλλά και της ίδιας της στροφής μπορεί να μην είναι ορατό κάποιο περιστατικό το οποίο λαμβάνει χώρα μετά τη στροφή (PIARC 2011). Για το λόγο αυτό, οι οδηγοί των οχημάτων καλούνται να ελαττώνουν ταχύτητα και να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί σε περίπτωση ύπαρξης στροφής.

#### Επένδυση σήραγγας

Η επένδυση της σήραγγας πρέπει να γίνεται με υλικά ανθεκτικά στη φωτιά (ΕτΚ 2007). Αυτό είναι απαραίτητο σε σήραγγες όπου η πιθανή κατάρρευση θα είχε καταστροφικές συνέπειες.

### Γενικές παρατηρήσεις

Πρέπει να αναφερθεί ότι δεν έχουν όλες οι σήραγγες την ίδια σήμανση, εγκαταστάσεις κι εξοπλισμό. Ανάλογα με το μήκος της σήραγγας, τον εκτιμώμενο όγκο της κυκλοφορίας, το ποσοστό βαρέων οχημάτων επί του συνολικού όγκου κυκλοφορίας κ.α. σε μια σήραγγα μπορούμε να συναντήσουμε κάποιο αριθμό από τις προαναφερθείσες σημάνσεις, εγκαταστάσεις κι εξοπλισμό. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι λόγω του περιορισμένου χώρου, τα μηνύματα που παρουσιάζονται στο χρήστη της οδικής σήραγγας είναι περιεκτικά και απλά.

Επίσης, πρέπει να αναφερθεί πως συνήθως αποφεύγεται η ύπαρξη πολλών σημάνσεων στον ίδιο χώρο για να επιτρέπεται στο χρήστη να βλέπει όλες τις οδηγίες που του παρέχονται. Επιπλέον, αποφεύγεται η ύπαρξη σημάτων κοντά στην είσοδο της σήραγγας για να επιτρέπεται στον οδηγό να επικεντρώνει την προσοχή του στις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται.

Επιπλέον, ο χρήστης καλείται να εφαρμόζει τις οδηγίες των σημάνσεων τη στιγμή που βλέπει την κάθε σήμανση έτσι ώστε να είναι προετοιμασμένος για τη συνέχεια της διαδρομής.

Τέλος, ο χρήστης θα πρέπει να γνωρίζει ότι συνήθως τα σήματα είναι επαναλαμβανόμενα και τοποθετημένα και από τις δυο πλευρές του δρόμου, καθώς και διατυπωμένα στην τοπική και τουλάχιστον στην αγγλική γλώσσα έτσι ώστε να μπορεί να τα αντιληφθεί και κάποιος ξένος οδηγός (PIARC 2011).

### **3.2 Πιθανά σενάρια κι ενδεδειγμένες ενέργειες χρήστη οδικής σήραγγας**

Παρουσιάζονται ομαδοποιημένα οι ενδεδειγμένες ενέργειες ενός οδηγού σε περίπτωση ομαλής διέλευσης από μια οδική σήραγγα καθώς και οι βέλτιστες αντιδράσεις απέναντι σε έκτακτα σενάρια και συνθήκες που μπορεί να αντιμετωπίσει κατά τη διέλευσή του μέσα από μια οδική σήραγγα καθώς και πριν και μετά από αυτή.

### 3.2.1 Ομαλή διέλευση

#### Ενδεδαιγμένες ενέργειες που ισχύουν και στον ανοιχτό δρόμο

Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, είναι σημαντικό να τηρούνται ορισμένοι κανόνες σχετικά με την ασφαλή οδήγηση.

- Ζώνη ασφαλείας

Η ζώνη ασφαλείας μπορεί να αποδειχθεί σωτήρια σε περίπτωση κάποιας έντονης σύγκρουσης, η οποία θα μπορούσε να είχε θανατηφόρες συνέπειες.

- Χρήση κινητού τηλεφώνου

Σε περίπτωση χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης, ο χρήστης αναγκάζεται να επεξεργαστεί αυξημένο όγκο πληροφοριών και δεν μπορεί λόγω αυτού να είναι απόλυτα συγκεντρωμένος στην οδήγηση. Επομένως, είναι πιθανό να έχει αργές αντιδράσεις και να προσπεράσει κάποιες πιθανές σημάνσεις χωρίς να τις παρατηρήσει.

- Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ

Είναι γνωστό πως η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ ή άλλων ουσιών είναι υπεύθυνη για πληθώρα ατυχημάτων λόγω της επίδρασης στην ταχύτητα αντίδρασης ενός οδηγού.

- Έλεγχος καυσίμων και παρατήρηση πίνακα ελέγχου του οχήματος

Στην ειδική περίπτωση κατά την οποία ένας οδηγός σκοπεύει να διασχίσει μια οδική σήραγγα, θα πρέπει να ελέγξει τη στάθμη του καυσίμου αλλά και τη σωστή λειτουργία των μηχανικών μερών του οχήματός του, λόγω του κινδύνου μιας αναγκαστικής στάσης μέσα στη σήραγγα. Ένα τέτοιο ενδεχόμενο μπορεί να προκαλέσει αναστάτωση στην κυκλοφορία της σήραγγας ή ακόμα και πιο επικίνδυνα περιστατικά (PIARC 2011).

- Ολισθηρός δρόμος σε περίπτωση κακών καιρικών συνθηκών

Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, ο χρήστης θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός σε περίπτωση ολισθηρού οδοστρώματος. Σε τέτοιο ενδεχόμενο, καλείται να ελαττώνει την ταχύτητα του οχήματός του και να κρατά μεγαλύτερη απόσταση ασφαλείας από το μπροστινό όχημα από τη συνηθισμένη.

Επίσης, αν και στη σήραγγα δεν εξετάζεται το ενδεχόμενο βροχής, είναι πιθανή, ιδιαίτερος σε μεγάλου μήκους σήραγγες, η ύπαρξη διαφορετικών καιρικών συνθηκών μεταξύ εισόδου και εξόδου της σήραγγας. Για το λόγο αυτό, οι χρήστες θα πρέπει να είναι προετοιμασμένοι για ένα τέτοιο ενδεχόμενο και να εξέρχονται με προσοχή από τη σήραγγα (PIARC 2011).

Η εφαρμογή όλων των παραπάνω κανόνων είναι πολύ πιο σημαντική κατά τη διάρκεια της οδήγησης μέσα σε μια οδική σήραγγα καθώς τα παραμικρά ατυχήματα μπορεί να εξελιχθούν σε καταστάσεις μεγάλης επικινδυνότητας.

### Παρατήρηση εξοπλισμού

Κατά τη διάρκεια της ομαλής μετάβασης μέσα από μια σήραγγα, ο οδηγός θα πρέπει να παρατηρεί και να γνωρίζει ποιός είναι ο υπάρχων εξοπλισμός, ποιές οι εγκαταστάσεις της σήραγγας και ποιά η θέση τους κατά μήκος της σήραγγας, χωρίς βέβαια αυτή η διαδικασία να του αποσπά την προσοχή από την οδήγηση και από την παρατήρηση της σήμανσης. Οι ενδεδειγμένες ενέργειες σε περίπτωση που ο χρήστης έρχεται αντιμέτωπος με κάποια σήμανση ή μέρος της εγκατάστασης καθώς και η σωστή χρήση του εξοπλισμού αναφέρονται στο προηγούμενο κεφάλαιο. Γνωρίζοντας τα παραπάνω, ο χρήστης διασχίζει τη σήραγγα χωρίς φόβο και γνωρίζει κάθε στιγμή, τί του παρέχεται έτσι ώστε να αντιμετωπίσει μια επικίνδυνη κατάσταση. Εφόσον κάποιος χρήστης διασχίζει μια σήραγγα για πρώτη φορά και δεν είναι εξοικειωμένος με τα παρεχόμενα μέσα για την ασφάλειά του ή πιθανές αλλαγές κατεύθυνσης που θα πρέπει να πραγματοποιήσει, θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός και να παρατηρεί την υπάρχουσα σήμανση (PIARC 2011).

### Ορατότητα

Το σκοτεινό περιβάλλον καθώς και η διαμόρφωση μιας σήραγγας δημιουργούν ιδιαίτερες συνθήκες όσον αφορά την ορατότητα του χρήστη. Για το λόγο αυτό, ένας οδηγός θα πρέπει να είναι ενήμερος για τους παρακάτω κανονισμούς ή φαινόμενα:

- Φώτα πορείας

Είναι απαραίτητη η ενεργοποίηση των φώτων πορείας πριν από την είσοδο στη σήραγγα. Σε περίπτωση που κάποιος οδηγός δεν χρησιμοποιήσει τα φώτα του, θα

μπορεί να διακρίνει με δυσκολία τα προπορευόμενα οχήματα αλλά και τις εγκαταστάσεις της σήραγγας. Επίσης, δεν θα μπορεί να γίνει ο ίδιος εύκολα αντιληπτός από τα υπόλοιπα οχήματα δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο κίνδυνο ατυχήματος.

- Γυαλιά ηλίου, φωτοχρωματικοί φακοί

Ο κανονισμός που επιβάλλει στο χρήστη να βγάλει τα γυαλιά ηλίου που πιθανώς φοράει δεν γίνεται διακριτός από κάποια σήμανση αλλά υπονοείται από τη σήμανση εισόδου σε μια σήραγγα. Σε περίπτωση που κάποιος οδηγός συνεχίσει να φοράει τα γυαλιά ηλίου εντός της οδικής σήραγγας, αντιλαμβάνεται με δυσκολία τα υπόλοιπα οχήματα ή πιθανά εμπόδια καθώς και τις εγκαταστάσεις της σήραγγας. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται συνθήκες ικανές να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα.

- Φαινόμενο μαύρης τρύπας

Τη στιγμή της εισόδου ενός οχήματος σε μια οδική σήραγγα υπάρχει απότομη αλλαγή της φωτεινότητας που αντιλαμβάνεται ο οδηγός καθώς από ένα φωτεινό οδηγείται σε ένα σκοτεινό περιβάλλον. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο της «μαύρης τρύπας». Ο χρόνος ο οποίος χρειάζεται για να προσαρμοστεί το μάτι του οδηγού στις νέες συνθήκες μπορεί να είναι αρκετός ώστε να μην του επιτρέψει να παρατηρήσει κάποιο σταματημένο όχημα ή εμπόδιο. Επομένως, απαιτείται η ελάττωση ταχύτητας και η μέγιστη προσοχή σε αυτό το σημείο της διέλευσης από τη σήραγγα.

- Φαινόμενο θάμβωσης

Κατά την έξοδο ενός οχήματος από μια οδική σήραγγα, υπάρχει απότομη αλλαγή της φωτεινότητας που αντιλαμβάνεται ο οδηγός καθώς από ένα σκοτεινό οδηγείται σε φωτεινό περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα, προκαλείται η θάμβωση του χρήστη η οποία διαρκεί χρονικό διάστημα ικανό να τον αποπροσανατολίσει και να τον εμποδίσει να διακρίνει πιθανό σταματημένο όχημα ή εμπόδιο στη μέση του δρόμου. Η έξοδος από τη σήραγγα είναι ένα ακόμα ιδιαίτερο σημείο στο οποίο πρέπει να δίνεται προσοχή από έναν οδηγό.

- Σκόνη και ομίχλη

Όπως και στον ανοιχτό δρόμο, είναι πιθανή η ύπαρξη ομίχλης, σκόνης ή θαμπώματος των τζαμιών του αυτοκινήτου. Σε αυτή την περίπτωση ο οδηγός καλείται να ελαττώνει την ταχύτητά του καθώς είναι πιθανό να δημιουργηθούν

συνθήκες κακής ορατότητας ικανές να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα. Με τη χρήση υαλοκαθαριστήρων ή κλιματισμού ο οδηγός μπορεί να αντιμετωπίσει τα ενδεχόμενα αυτά και να συνεχίσει με μεγαλύτερη ασφάλεια να διασχίζει τη σήραγγα (PIARC 2011).

### Προσδιορισμός θέσης οχήματος

Ο χρήστης καλείται να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή τη θέση που έχει το όχημά του αλλά και ο υπάρχων εξοπλισμός μέσα στη σήραγγα. Κάτι τέτοιο δημιουργεί μια αίσθηση ασφάλειας αλλά κυρίως είναι χρήσιμο σε περίπτωση που ο χρήστης έρθει αντιμέτωπος με μια έκτακτη κατάσταση και χρειαστεί να δράσει αναλόγως (PIARC 2011). Για παράδειγμα, σε απόλυτη ανάγκη στάσης του οχήματός του, αν γνωρίζει ότι βρίσκεται κοντά στην έξοδο της σήραγγας ή σε κάποιο ειδικό χώρο στάθμευσης, θα προσπαθήσει να οδηγήσει το όχημά του μέχρι αυτό το σημείο και δε θα σταματήσει στο σημείο που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή προκαλώντας με αυτό τον τρόπο κυκλοφοριακή συμφόρηση. Σε περίπτωση ανάγκης προσδιορισμού και ενημέρωσης κάποιου υπεύθυνου για τη θέση του οχήματος μέσα στη σήραγγα, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει ενδεχόμενα σταθερή σήμανση με χιλιομετρική θέση, αριθμό κωδικού κάποιου τμήματος του εξοπλισμού (π.χ. κωδικός εξόδου κινδύνου).

## **3.2.2 Έκτακτα περιστατικά**

### Ειδοποίηση για εμπόδιο στη σήραγγα

Σε περίπτωση που υπάρχει εμπόδιο το οποίο έχει γίνει αντιληπτό από το κέντρο ελέγχου της σήραγγας, συνήθως ενεργοποιούνται διάφορες πηγές για να ειδοποιήσουν το χρήστη. Αυτές οι πηγές μπορεί να είναι ηλεκτρονικοί πίνακες με μεταβλητά μηνύματα, μεταβλητές σημάνσεις ρύθμισης της κυκλοφορίας που να υποδεικνύουν την αλλαγή λωρίδας ή την απαγόρευση οδήγησης σε συγκεκριμένη λωρίδα ή ακόμα και ηλεκτρονικοί πίνακες με μεταβλητά μηνύματα τοποθετημένοι σε όχημα της περιπόλου της σήραγγας (PIARC 2011). Πιθανό εμπόδιο αποτελούν ακινητοποιημένα οχήματα πριν μέσα και μετά από τη σήραγγα, εγκαταλελειμμένα μέρη οχήματος (ελαστικό, τμήμα προφυλακτήρα κλπ.) κάποιο ζώο το οποίο έχει εισέλθει στη σήραγγα, έργα τα οποία πιθανώς πραγματοποιούνται σε κάποιο σημείο της σήραγγας. Σε κάθε περίπτωση, ο χρήστης καλείται να αναγνωρίσει τα μηνύματα,

να ελαττώσει ταχύτητα και να προσπεράσει προσεκτικά το σημείο στο οποίο υπάρχει το εμπόδιο. Είναι απαραίτητο να σημειωθεί πως η προσπέραση πρέπει να γίνει μόνο εφόσον δεν υπάρχει φωτιά. Σε περίπτωση φωτιάς οι ενδεδειγμένες ενέργειες είναι εντελώς διαφορετικές και αναλύονται στην αντίστοιχη παράγραφο.

### Εμπόδιο στη σήραγγα

Κάποιος χρήστης μπορεί να συναντήσει εμπόδιο κατά τη διάρκεια διέλευσης του οχήματός του πριν, μέσα και μετά από μια σήραγγα, χωρίς να έχει προειδοποιηθεί από κάποια πηγή. Πιθανό εμπόδιο αποτελούν ακινητοποιημένα οχήματα πριν μέσα και μετά από τη σήραγγα, σύγκρουση οχημάτων μεταξύ τους ή με τμήμα της σήραγγας, εγκαταλελειμμένα μέρη οχήματος (ελαστικό, τμήμα προφυλακτήρα κλπ.) ή κάποιο ζώο το οποίο έχει εισέλθει στη σήραγγα. Σε περίπτωση που κάποιος οδηγός έρθει αντιμέτωπος με κάποιο εμπόδιο, πρέπει να ανάψει αλάρμ, να ελαττώσει ταχύτητα και να προσπεράσει με προσοχή το εμπόδιο (PIARC 2011). Αμέσως μετά καλείται να ειδοποιήσει για την ύπαρξη αυτού του εμποδίου το κέντρο ελέγχου της σήραγγας με τον τρόπο που αναλύεται στη συγκεκριμένη παράγραφο. Επίσης, είναι απαραίτητο να σημειωθεί πως η προσπέραση πρέπει να γίνει μόνο εφόσον δεν υπάρχει φωτιά. Σε περίπτωση φωτιάς οι ενδεδειγμένες ενέργειες είναι εντελώς διαφορετικές και αναλύονται στην αντίστοιχη παράγραφο.

### Ανάγκη ειδοποίησης για κάποιο περιστατικό

Πολλές φορές ο χρήστης καλείται να σημάνει συναγερμό ή να επικοινωνήσει με κάποιον υπεύθυνο για κάποιο περιστατικό. Ο χρήστης έχει πάντα δύο επιλογές όσον αφορά την επικοινωνία. Αυτές είναι η χρήση των τηλεφώνων έκτακτης ανάγκης που είναι εγκατεστημένα στη σήραγγα και η χρήση του κινητού τηλεφώνου.

#### - Τηλέφωνο έκτακτης ανάγκης

Βρίσκεται σε σταθμό επείγουσας ανάγκης ή και μόνο του σαν ξεχωριστός εξοπλισμός. Η χρήση του δεν απαιτεί κάποιο αντίτιμο και συνδέει απευθείας τον καλόντα με το κέντρο ελέγχου της σήραγγας. Δεν είναι δυνατό να γίνουν προσωπικές κλήσεις ή κλήσεις προς υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης πέραν του κέντρου ελέγχου της σήραγγας. Επίσης δεν χρειάζεται η πληκτρολόγηση συγκεκριμένου αριθμού. Η χρήση τηλεφώνου έκτακτης ανάγκης ενημερώνει αυτόματα τον χειριστή του κέντρου ελέγχου για την ακριβή θέση του καλούντος.



- Κινητό τηλέφωνο

Το κινητό τηλέφωνο παρουσιάζει τα μειονεκτήματα του σήματος το οποίο μπορεί να μην είναι υπαρκτό (είτε λόγω εγκαταστάσεων είτε λόγω υπερφόρτωσης του συστήματος σε περίπτωση που πλήθος χρηστών προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν το κινητό τους τηλέφωνο), αλλά και της μη αυτόματης υπόδειξης της ακριβούς θέσης του καλούντος στον λαμβάνοντα την κλήση. Επίσης, ο καλών μπορεί να προσπαθήσει να επικοινωνήσει με τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (αστυνομία, πυροσβεστική κλπ.) και όχι με τη σήραγγα ξοδεύοντας έτσι πολύτιμο χρόνο στην αντιμετώπιση του εκάστοτε περιστατικού, καθώς μόνο οι χειριστές του κέντρου ελέγχου έχουν τη δυνατότητα να ενημερώσουν όλους τους υπόλοιπους χρήστες για το περιστατικό με διάφορα μέσα, να ρυθμίσουν την κυκλοφορία, να δώσουν οδηγίες και πληροφορίες και αν χρειάζεται να καλέσουν τις αρμόδιες για το περιστατικό υπηρεσίες. Στην περίπτωση μάλιστα που η σήραγγα δεν παρέχει συγκεκριμένο αριθμό επικοινωνίας μέσω κινητού τηλεφώνου, η καθυστέρηση θα είναι βέβαιη.

Σε κάθε περίπτωση, θα ζητηθεί στο χρήστη να παρέχει τις παρακάτω πληροφορίες:

- Θέση του περιστατικού (αν δε γίνεται χρήση του τηλεφώνου έκτακτης ανάγκης)
- Αριθμός εμπλεκόμενων οχημάτων (αν πρόκειται για ατύχημα) και δυνατότητα μετακίνησής τους
- Ύπαρξη ή απουσία φωτιάς
- Αριθμός εμπλεκόμενων βαρέων οχημάτων
- Αριθμός και κατάσταση τραυματιών
- Ύπαρξη υλικών ζημιών
- Ύπαρξη εγκλωβισμένων ατόμων
- Δυνατότητα μετακίνησης των εμπλεκόμενων οχημάτων
- Ύπαρξη επικίνδυνου φορτίου κοντά στο σημείο (ΑΤΤΙΚΗ-ΟΔΟΣ).

Ο χρήστης θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει τα παραπάνω και να μην παρέχει πληροφορίες που δεν είναι σχετικές με το ατύχημα για να μην χάνεται πολύτιμος χρόνος.

Συμπερασματικά, σε περίπτωση ανάγκης επικοινωνίας για οποιοδήποτε περιστατικό (ατύχημα, εμπόδιο, αδιαθεσία χρήστη κλπ.) ενδείκνυται η χρήση του τηλεφώνου έκτακτης ανάγκης και όχι του κινητού τηλεφώνου (PIARC 2011).

## Ενημέρωση από ΜΜΕ ή μεταβλητού μηνύματος πριν τη σήραγγα για συμφόρηση ή ατύχημα στη σήραγγα

Πολλές φορές ένας οδηγός μπορεί να μην αντιλαμβάνεται άμεσα τον κίνδυνο που υπάρχει αν δεν έρχεται άμεσα σε επαφή με κάποιο περιστατικό. Η ύπαρξη ατυχήματος ή συμφόρησης μέσα σε μια σήραγγα, εκτός από την πιθανή καθυστέρηση που μπορεί να προκαλέσει στον οδηγό, είναι πιθανό να τον εμπλέξει σε επικίνδυνες συνθήκες όπως δευτερεύον ατύχημα ή ατύχημα λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας μέσα στη σήραγγα. Για το λόγο αυτό, σε περίπτωση που κάποιος οδηγός ενημερωθεί για την ύπαρξη ατυχήματος ή συμφόρησης μέσα σε σήραγγα την οποία είχε σκοπό να διασχίσει, καλείται να πάρει την απόφαση εναλλακτικής πορείας από αυτή της διέλευσης μέσα από τη σήραγγα (PIARC 2011).

## Αναγκαστική στάση οχήματος

Ένας οδηγός θα πρέπει να γνωρίζει πως απαγορεύεται η στάση μέσα στη σήραγγα αν δεν είναι απόλυτη ανάγκη. Η στάση μέσα στη σήραγγα είναι δυνατό να προκαλέσει αναστάτωση στην ομαλή κυκλοφορία ή ακόμα και κάποιο σοβαρό περιστατικό (ατύχημα, τραυματισμοί κλπ.) Επομένως, κύριο μέλημα ενός οδηγού σε οποιοδήποτε περιστατικό, θα πρέπει να είναι η έξοδος από τη σήραγγα. Σε περίπτωση που είναι απόλυτη ανάγκη να σταματήσει κάποιο όχημα μέσα στη σήραγγα, πρέπει να ακολουθούνται κάποιοι κανόνες προκειμένου να υπάρξουν οι μικρότερες δυνατές συνέπειες. Εφόσον υπάρξει ανάγκη για στάση μέσα στη σήραγγα πρώτα θα πρέπει να αναζητηθούν κοντινές ειδικές διαπλατύνσεις – ειδικοί χώροι στάθμευσης μέσα στη σήραγγα, οι οποίοι έχουν ακριβώς αυτή τη χρησιμότητα. Για να επιλεγθούν αυτοί οι χώροι, ο χρήστης θα πρέπει να έχει δει κάποια πινακίδα που να σημαίνει την ύπαρξή της ή να είναι εξοικειωμένος με τη συγκεκριμένη σήραγγα και να ξέρει σε ποιο σημείο υπάρχουν αυτοί οι χώροι. Αν η στάση σε ειδικό χώρο στάθμευσης δεν είναι δυνατή, ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει να σταματήσει το όχημά του στη λωρίδα έκτακτης κυκλοφορίας. Στη συγκεκριμένη λωρίδα απαγορεύεται η κυκλοφορία των οχημάτων και μπορεί για αυτό το λόγο να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση αναγκαστικής στάσης ενός οχήματος. Αν δεν υπάρχουν οι παραπάνω εγκαταστάσεις, ο χρήστης πρέπει να σταματήσει το όχημά του στη δεξιά λωρίδα της κυκλοφορίας (αργή λωρίδα) και όσο πιο κοντά στο τοίχωμα της σήραγγας γίνεται (PIARC 2011). Αν υπάρχει πεζοδρόμιο θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και αυτός ο χώρος για να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη η επιρροή του σταθμευμένου οχήματος στην κυκλοφορία. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση,

είναι δυνατό, λόγω της ταχείας κίνησης των οχημάτων και της χαμηλής φωτεινότητας, να προκληθεί σοβαρό ατύχημα. Σε κάθε περίπτωση μετά από την αναγκαστική στάση και αφού έχει σβήσει τη μηχανή του οχήματός του, ο χρήστης θα πρέπει να ανάβει τα αλάρμ και να επικοινωνεί με το κέντρο ελέγχου της σήραγγας με τον τρόπο που υποδεικνύεται στην αντίστοιχη παράγραφο του κεφαλαίου αυτού. Σημαντικό είναι εφόσον χρειαστεί να εγκαταλείψει το όχημά του να φορέσει κάποιο ανακλαστικό γιλέκο προκειμένου να είναι ορατός στους οδηγούς των διερχομένων οχημάτων. Αμέσως μετά κι εφόσον είναι αναγκαίο θα πρέπει να εγκαταλείψει τη σήραγγα πεζός με τον τρόπο ο οποίος αναφέρεται στη σχετική παράγραφο του κεφαλαίου αυτού. Πιθανές αιτίες αναγκαστικής στάσης οχήματος αποτελούν περιπτώσεις όπου υπάρχουν μηχανικές βλάβες του οχήματος, περιπτώσεις όπου το αμάξι έχει σκασμένο λάστιχο ή έλλειψη βενζίνης, πολύ έντονη αδιαθεσία, σύγκρουση του οχήματος με άλλο όχημα ή με την επένδυση της σήραγγας. Σε περίπτωση φωτιάς οι ενδεδειγμένες ενέργειες είναι αυτές οι οποίες αναλύονται στην αντίστοιχη παράγραφο του κεφαλαίου αυτού.

#### Αδιαθεσία

Σε περίπτωση που κάποιος χρήστης αισθανθεί αδιαθεσία ενώ βρίσκεται μέσα στη σήραγγα θα πρέπει να ενεργήσει καταλλήλως έτσι ώστε να μην προκαλέσει κάποιο περιστατικό. Κύριο μέλημά του θα πρέπει να είναι η έξοδος από τη σήραγγα εφόσον αυτό είναι δυνατό. Αμέσως μετά την έξοδο, θα πρέπει να ειδοποιήσει το κέντρο ελέγχου της σήραγγας σύμφωνα με τη διαδικασία που αναφέρεται στη σχετική παράγραφο έτσι ώστε να μπορέσει να ειδοποιηθεί κάποιο ασθενοφόρο. Σε περίπτωση που η αδιαθεσία είναι μεγάλη και ο χρήστης δεν έχει άλλη επιλογή πέρα από το να σταματήσει μέσα στη σήραγγα, θα πρέπει να το πραγματοποιήσει με τον τρόπο ο οποίος αναφέρεται στην παράγραφο «**αναγκαστική στάση οχήματος**» του κεφαλαίου αυτού.

#### Κυκλοφοριακή συμφόρηση (χωρίς φωτιά)

Κυκλοφοριακή συμφόρηση χωρίς φωτιά μπορεί να υπάρχει σε μια σήραγγα εξ αιτίας του μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου ή κάποιου περιστατικού (σταματημένο όχημα, απλή σύγκρουση οχημάτων μεταξύ τους ή με τον εξοπλισμό της σήραγγας). Οι ενδεδειγμένες ενέργειες ενός χρήστη που έρχεται αντιμέτωπος με τη συγκεκριμένη κατάσταση είναι να ανάψει αλάρμ για να προειδοποιήσει τους επερχόμενους οδηγούς να ελαττώσουν ταχύτητα, να κρατήσει την ενδεδειγμένη απόσταση ασφαλείας, να χρησιμοποιήσει το ραδιόφωνό του για να λάβει μηνύματα εφόσον κάτι

τέτοιο είναι δυνατό και να ακολουθήσει πιθανές οδηγίες που θα λαμβάνει από μεταβλητά μηνύματα ή άλλες πηγές (μεταβλητοί πίνακες αλλαγής κατεύθυνσης, μεγάφωνα κλπ.). Σε περίπτωση παρατεταμένης στάσης, ο οδηγός καλείται να σβήσει τη μηχανή του για να ελαττώσει τα εκπεμπόμενα από την εξάτμιση αέρια (PIARC 2011). Κατά τη διάρκεια κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι συχνό το φαινόμενο να δημιουργείται στους χρήστες άγχος και ένταση τα οποία μπορεί να τη σειρά τους να οδηγήσουν σε απερίσκεπτες ενέργειες. Είναι λοιπόν απαραίτητη, εκτός των προαναφερθέντων μέτρων, η διατήρηση της ψυχραιμίας προκειμένου να αποφευχθούν πιθανά ατυχήματα (PIARC 2008b).

### Περιστατικά με φωτιά

Η περίπτωση φωτιάς μέσα σε μια σήραγγα είναι ένα ενδεχόμενο το οποίο χρήζει ειδικής μνείας και πρέπει οπωσδήποτε να γίνει αντιληπτό από όλους του πιθανούς χρήστες μιας οδικής σήραγγας. Αρχικά παρουσιάζονται κάποια γενικά χαρακτηριστικά που αφορούν στην ύπαρξη φωτιάς μέσα στη σήραγγα και στη συνέχεια αναλύονται κάποια ειδικά σενάρια τα οποία περιλαμβάνουν την ύπαρξη φωτιάς καθώς και η ενδεδωγμένη αντίδραση σε καθένα από αυτά. Τέλος, γίνεται αναφορά στη σωστή χρήση του πυροσβεστήρα.

#### Γενικά χαρακτηριστικά:

- Η ύπαρξη φωτιάς και καπνού σε μια οδική σήραγγα είναι ένα ενδεχόμενο το οποίο μπορεί να αποβεί μοιραίο καθώς οι συνθήκες που κυριαρχούν σε μια σήραγγα είναι ιδανικές για την εξάπλωση της φωτιάς
- Η φωτιά μπορεί να προκαλέσει συνθήκες μεγάλων θερμοκρασιών ικανών να οδηγήσουν σε θάνατο
- Ο καπνός είναι τοξικός και η εισπνοή του μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα υγείας ακόμα και θάνατο
- Η φωτιά μπορεί να εξαπλωθεί σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ταχύτητα
- Σε περίπτωση περιστατικού με φωτιά, ο χρήστης δεν πρέπει να μένει αδρανής αλλά να ενεργεί για τη διάσωσή του
- Σε περίπτωση περιστατικού με φωτιά, ο χρήστης πρέπει να προτιμά την απομάκρυνση από το επικίνδυνο σημείο παρά την καταπολέμηση της φωτιάς ειδικά αν δε γνωρίζει να χρησιμοποιεί τον κατάλληλο εξοπλισμό ή αν η φωτιά βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο

- Πολλές φορές τα περιστατικά που συμπεριλαμβάνουν φωτιά αντιμετωπίζονται με δυσπιστία και αδρανεί από τους εμπλεκόμενους οδηγούς. Αντιθέτως μπορεί να παρατηρηθούν κινήσεις απελπισίας χωρίς λογική που μπορεί να οδηγήσουν σε επιδείνωση της ήδη επικίνδυνης κατάστασης.
- Ατύχημα με φωτιά, μπορεί να μην είναι ευδιάκριτο από μακριά και να θεωρηθεί απλή συμφόρηση της κυκλοφορίας (PIARC 2011).

#### Σενάρια:

- Ατύχημα με φωτιά μπροστά από τον οδηγό

Ο χρήστης πρέπει:

- Να σταματήσει άμεσα και όσο πιο μακριά από το φλεγόμενο όχημα γίνεται, ώστε να μειώνονται οι πιθανότητες διάδοσης της φωτιάς
- Να ενεργοποιήσει τα αλάρμ, ώστε να προειδοποιήσει τους επερχόμενους οδηγούς που μπορεί να μην έχουν αντιληφθεί το περιστατικό και να αποφευχθεί πιθανή απότομη επιβράδυνση ικανή να προκαλέσει και δεύτερο ατύχημα
- Να σβήσει τη μηχανή του οχήματός του, ώστε να μην επιβαρύνεται επιπλέον η ήδη δυσχερής κατάσταση
- Να αφήσει τα κλειδιά πάνω στη μίζα του οχήματος, ώστε να διευκολύνει τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να μετακινήσουν ο όχημά του σε περίπτωση που κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο
- Να ειδοποιήσει το κέντρο ελέγχου, έτσι ώστε να μπορούν να ειδοποιηθούν οι υπόλοιποι χρήστες και να ρυθμιστεί η κυκλοφορία ώστε να αποφευχθούν δυσχερέστερα περιστατικά
- Να προσπαθήσει να σβήσει τη φωτιά μόνο εφόσον γνωρίζει κι εφόσον η φωτιά βρίσκεται σε αρχικό στάδιο, έτσι ώστε να μη χαθεί πολύτιμος χρόνος από την εκκένωση της σήραγγας
- Να εγκαταλείψει το χώρο μέσω της ασφαλέστερης εξόδου κινδύνου βοηθώντας και παροτρύνοντας παράλληλα τα υπόλοιπα άτομα να ενεργήσουν με τον ίδιο τρόπο (PIARC 2011)

Ο χρήστης δεν πρέπει:

- Να προσπαθήσει να προσπεράσει, αφού είναι πιθανή η μετάδοση της φωτιάς στο δικό του όχημα

- Να κάνει αναστροφή ή όπισθεν, αφού σε αυτή την περίπτωση είναι πιθανή η αναστάτωση στην κυκλοφορία της σήραγγας και η πρόκληση δεύτερου ατυχήματος
  - Να πλησιάσει με το όχημά του, έτσι ώστε να μη διαδοθεί η φωτιά και στο δικό του όχημα
  - Να μείνει μέσα στο όχημά του καθώς το όχημα δεν αποτελεί ασφαλές καταφύγιο έναντι της φωτιάς και του τοξικού καπνού
- Ατύχημα με φωτιά πίσω από τον οδηγό

Ο χρήστης πρέπει:

- Να συνεχίσει να οδηγεί μέχρι την έξοδο από τη σήραγγα και να μη σταματήσει δημιουργώντας έτσι συνθήκες συμφόρησης και πιθανότητες επέκτασης της φωτιάς στα υπόλοιπα οχήματα
- Να ειδοποιήσει για το περιστατικό το κέντρο ελέγχου, έτσι ώστε να μπορούν να ειδοποιηθούν οι υπόλοιποι χρήστες και να ρυθμιστεί η κυκλοφορία ώστε να αποφευχθούν δυσχερέστερα περιστατικά (PIARC 2011)

- Φωτιά στο όχημά του οδηγού

Ο χρήστης πρέπει:

- Να σταματήσει άμεσα εφόσον βρίσκεται πριν την είσοδο της σήραγγας για να μη βρεθεί στις ευνοϊκές για την ανάπτυξη της φωτιάς συνθήκες του εσωτερικού τμήματος της σήραγγας
- Να προσπαθήσει να εξέλθει από τη σήραγγα εφόσον βρίσκεται ήδη μέσα σε αυτή έτσι ώστε να αποφύγει τις ευνοϊκές για την ανάπτυξη της φωτιάς συνθήκες του εσωτερικού τμήματος της σήραγγας
- Να σταματήσει στο ασφαλέστερο δυνατό σημείο (σύμφωνα με την αντίστοιχη παράγραφο του κεφαλαίου) εφόσον δεν μπορεί να εξέλθει από τη σήραγγα για να μη δημιουργήσει αναστάτωση στην κυκλοφορία και τις συνθήκες για τη διάδοση της φωτιάς σε άλλα οχήματα
- Να ειδοποιήσει το κέντρο ελέγχου
- Να προσπαθήσει να σβήσει τη φωτιά μόνο εφόσον γνωρίζει κι εφόσον η φωτιά βρίσκεται σε αρχικό στάδιο
- Να εγκαταλείψει το χώρο μέσω της ασφαλέστερης εξόδου κινδύνου βοηθώντας και παροτρύνοντας παράλληλα τα υπόλοιπα άτομα να ενεργήσουν με τον ίδιο τρόπο (PIARC 2011)

Ο χρήστης δεν πρέπει:

- Να κάνει αναστροφή ή όπισθεν
- Να μείνει μέσα στο όχημά του
- Ειδοποίηση για περιστατικό με φωτιά

Ο χρήστης πρέπει:

- Να ακολουθεί πιστά τις οδηγίες που του παρέχονται από το σύνολο των διαθέσιμων πηγών (ραδιόφωνο, μεταβλητά σήματα, μεγάφωνα κλπ.)

Σωστή χρήση πυροσβεστήρα:

- Ο χρήστης πρέπει να προσπαθεί να σβήσει τη φωτιά μόνο εφόσον αυτή βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο
- Εάν υπάρχει φωτιά στο όχημα του χρήστη θα πρέπει να προσπαθήσει να τη σβήσει χωρίς να ανοίξει το καπό του αυτοκινήτου (Παπαπαύλου 2012)
- Ο χρήστης θα πρέπει να διατηρεί την ψυχραιμία του
- Ο χρήστης θα πρέπει να στοχεύει στη βάση της φωτιάς

ΧΡΗΣΗ ΦΟΡΗΤΩΝ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ		
ΛΑΘΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ	ΣΩΣΤΟ
	Αντιμετωπίστε την πυρκαγιά έχοντας τον αέρα στην πλάτη σας.	
	Για την κατάσβεση πυρκαγιών στερεών καυσίμων, στοχεύσατε την εστία.	
	Για την κατάσβεση πυρκαγιών υγρών καυσίμων αρχίστε από τη βάση και μπροστά από αυτήν.	
	Για την αντιμετώπιση πυρκαγιάς υγρού καυσίμου που διαρρέει, αρχίστε από το σημείο διαρροής.	
	Χρησιμοποιήστε αρκετούς πυροσβεστήρες συγχρόνως αντί τον έναν κατόπιν του άλλου.	
	Μην απομακρυνθείτε αμέσως μετά την κατάσβεση της πυρκαγιάς γιατί μπορεί να υπάρξει αναζωπύρωση.	
	Αναγομώστε αμέσως τους πυροσβεστήρες μετά τη χρήση τους.	

Εικόνα 12: Οδηγίες χρήσης πυροσβεστήρα

### Αναγκαστική εκκένωση της σήραγγας

Σε περίπτωση που ένας χρήστης επιλέξει την εκκένωσή του από τη σήραγγα θα πρέπει να ακολουθήσει κάποιες βασικές οδηγίες. Θα πρέπει:

- Να φορέσει ανακλαστικό γιλέκο σε περίπτωση που κατέχει, έτσι ώστε να γίνεται αντιληπτός από τους οδηγούς των άλλων οχημάτων και να αποφευχθεί κάποιο ατύχημα
- Να επιλέξει την πλησιέστερη ασφαλή έξοδο κινδύνου. Η πλησιέστερη έξοδος κινδύνου δεν είναι πάντα και η πιο ασφαλής καθώς υπάρχει περίπτωση αυτή να βρίσκεται προς το μέρος του περιστατικού το οποίο ανάγκασε το χρήστη να αποφασίσει την έξοδο από τη σήραγγα. Επίσης, υπάρχει το ενδεχόμενο της συσσώρευσης πλήθους σε μια πόρτα εξόδου κινδύνου με αποτέλεσμα να μην μπορεί να επιλεχθεί ως ασφαλής η συγκεκριμένη
- Να μη χάνει πολύτιμο χρόνο μαζεύοντας τα πράγματά του
- Σε περίπτωση απουσίας εξοπλισμού και πηγών ενημέρωσης για πιθανή αναγκαστική εκκένωση μιας σήραγγας, ο χρήστης θα πρέπει να είναι ενεργός και όχι αδρανής και να έχει ως κύριο μέλημα την έξοδό του από τη σήραγγα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης
- Να βοηθά άτομα ανάικα να ενεργήσουν αυτόνομα για την έξοδό τους από τη σήραγγα (ηλικιωμένους, παιδιά, ΑμεΑ, ανθρώπους με κρίση άγχους κλπ.) (PIARC 2011)

### Ψυχολογία της μάζας

Σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, σπουδαίο ρόλο διαδραματίζει το φαινόμενο της ψυχολογίας της μάζας. Σε περιπτώσεις που δεν είναι συνηθισμένες και απαιτούν ειδικές ενέργειες, άτομα που δεν είναι εξοικειωμένα συνηθίζουν να ακολουθούν και να μιμούνται τις δράσεις άλλων ατόμων. Οι δράσεις αυτές μπορεί να είναι είτε κατάλληλες είτε ακατάλληλες και να οδηγήσουν σε καταστροφικές συνέπειες το σύνολο ή μεγάλο μέρος του πλήθους. Για το λόγο αυτό είναι απόλυτα καθοριστικός ο ρόλος ανθρώπων που γνωρίζουν τις ενδεδειγμένες αντιδράσεις. Συνήθως, επαγγελματίες οδηγοί μπορεί να αναλάβουν αυτό το ρόλο σε περίπτωση που βρεθούν αντιμέτωποι με συγκεκριμένο περιστατικό (PIARC 2011).



## Λοιπές γνώσεις

Πέρα από τα σενάρια τα οποία μπορεί να αντιμετωπίσει ένας χρήστης κατά τη διέλευσή του μέσα από μια οδική σήραγγα και πριν και μετά από αυτή, υπάρχουν κάποιες επιπλέον γνώσεις που θα μπορούσαν να του φανούν χρήσιμες και να τον ευαισθητοποιήσουν σχετικά με την αναγκαιότητα της ασφαλούς οδήγησης στις οδικές σήραγγες.

- Πλήθος ανθρώπων δεν αισθάνονται άνετα με τη διέλευσή τους μέσα από μια σήραγγα και αναγκάζονται να σταματήσουν στην είσοδό της προκαλώντας έτσι αναστάτωση στην κυκλοφορία
- Κατά τη διάρκεια οδήγησης σε μεγάλου μήκους σήραγγες παρατηρείται το φαινόμενο της μονοτονίας με αποτέλεσμα τον αποπροσανατολισμό του χρήστη σχετικά με την ασφαλή οδήγηση
- Κατά τη διάρκεια οδήγησης σε μικρού μήκους σήραγγες ή σε περιπτώσεις βιασύνης του οδηγού, παρατηρείται η συγκέντρωση του χρήστη στην επερχόμενη έξοδο από τη σήραγγα με αποτέλεσμα τον αποπροσανατολισμό του σχετικά με την παρατήρηση της σήμανσης και του εξοπλισμού της σήραγγας (PIARC 2008b)

## **4 Μοντελοποίηση σεναρίων εξέλιξης κινδύνων κατά την οδήγηση εντός σηράγγων**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός σχεδιαγράμματος που μοντελοποιεί τα σενάρια εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης ενός οδηγού μέσα σε οδική σήραγγα. Απώτερος σκοπός είναι η χρήση του συγκεκριμένου σχεδιαγράμματος για τη δημιουργία εκπαιδευτικού παιχνιδιού σχετικού με την ασφάλεια και τις ενδεδειγμένες αντιδράσεις κατά τη διάρκεια οδήγησης μέσα σε μια οδική σήραγγα. Για το λόγο αυτό, παρουσιάζονται αρχικά κάποιες βασικές έννοιες και αρχές σχετικές με τα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος δημιουργίας του προαναφερθέντος σχεδιαγράμματος.

### **4.1 Εκπα δευτ κά πα χν δ α κα βασ κές αρχές σχεδ ασμού εκπα δευτ κού λογ σμ κού**

#### Εκπαιδευτικά παιχνίδια

Διάφορες απόψεις έχουν διατυπωθεί για την αξία του παιχνιδιού ως μέσο μάθησης. Από τα αρχαία χρόνια ο Πλάτωνας υποστήριζε ότι «η γνώση που αποκιέται με καταναγκασμό, δε συγκρατείται στη μνήμη». Ο Cris Crawford στο βιβλίο του “The art of Computer Game Design” καταλήγει ότι το παιχνίδι αποτελεί το αρχαιότερο μέσο μάθησης και είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των ανώτερων νοητικά όντων, συνιστώντας τη «φυσική» εκπαιδευτική τεχνολογία (Crawford 1982). Σύμφωνα δε με τον Marc Prensky, τα παιδιά και όλοι οι άνθρωποι αγαπούν τη μάθηση όταν αυτή δεν είναι καταναγκαστική (Prensky 2003), ενώ τέλος ο Seymour Papert ισχυρίζεται πως «το καλύτερο που μπορεί κάποιος να κάνει είναι να τοποθετήσει τους ανθρώπους εκεί όπου θα μπορούν να βρουν όσα χρειάζονται να ξέρουν, όποτε χρειάζονται να τα ξέρουν» (Papert 1998).

Μια μορφή παιχνιδιού αποτελούν και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Στα πλαίσια του σύγχρονου τρόπου ζωής, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει ποικίλες αλλαγές στην εκπαιδευτική διαδικασία παρέχοντας σημαντικό ρόλο στην χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, του διαδικτύου και γενικότερα των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές υποστηριζόμενοι από το κατάλληλο εκπαιδευτικό λογισμικό δύνανται να χρησιμοποιηθούν ως

ενισχυτικά και υποστηρικτικά μέσα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Δαλάκα, Σκίκος et al. 2011). Σύμφωνα με τον Richard van Eck τα ηλεκτρονικά παιχνίδια έχουν εδραιωθεί ως ικανά μαθησιακά εργαλεία για τρεις λόγους. Πρώτον, λόγω της δημοτικότητάς τους, η οποία συνεχώς αυξάνεται, δεύτερον λόγω της αποτυχίας του παραδοσιακού τρόπου διδασκαλίας να προσελκύσει τους νέους και τρίτον λόγω του μεγάλου ερευνητικού ενδιαφέροντος σχετικά με τη δυναμική της μάθησης μέσω ηλεκτρονικών παιχνιδιών (Van Eck 2006).

### Εκπαιδευτικά παιχνίδια και οδικές σήραγγες

Η ανθρώπινη συμπεριφορά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρόκληση ατυχημάτων εντός σηράγγων, καθώς είναι υπεύθυνη για περίπου το 95% όλων των ατυχημάτων σε οδικές σήραγγες (Kinateder, Pauli et al. 2012). Δεδομένης της σοβαρότητας των επιπτώσεων ενός ατυχήματος εντός οδικής σήραγγας, η γνώση της σήμανσης, της ύπαρξης εξοπλισμού εντός των οδικών σηράγγων, της απαιτούμενης οδηγικής συμπεριφοράς καθώς και της κατάλληλης συμπεριφοράς στο ενδεχόμενο κάποιου ατυχήματος είναι επιτακτική.

Σύμφωνα με μελέτες, η παροχή πληροφόρησης, για παράδειγμα μέσω ανάγνωσης ενός φυλλαδίου, και οι προφορικές οδηγίες επιφέρουν βελτίωση στην ανθρώπινη συμπεριφορά σε προσομοιώσεις ατυχημάτων σε σήραγγες, και μάλιστα με οικονομικό τρόπο. Απαιτείται βέβαια η επιβεβαίωση αυτών των συμπερασμάτων σε πραγματικές και όχι εικονικές καταστάσεις (Kinateder, Pauli et al. 2012), καθώς η ένταση και το άγχος που προκαλούνται από την εμπλοκή σε ατύχημα ενδέχεται να εμποδίσουν-περιορίσουν την εφαρμογή της γνώσης που έχει αποκτηθεί μέσω πληροφόρησης (de Quervain, Roozendaal et al. 1998, Kuhlmann, Piel et al. 2005, Burke and Hutchins 2007). Αντιθέτως, η γνώση που έχει αποκτηθεί μέσω συμπεριφορικής εξάσκησης και καθορίζει τη συμπεριφορά σε μια κατάσταση, ενδέχεται να είναι περισσότερο ωφέλιμη - αποτελεσματική σε περίπτωση ατυχήματος (Anderson 1982, Burke, Salvador et al. 2011, Sitzmann 2011). Αυτό επιβεβαιώνεται και από μελέτες, οι οποίες ανέδειξαν βελτίωση της συμπεριφοράς στον πραγματικό κόσμο, όταν η εκπαίδευση μέσω εικονικής πραγματικότητας προαπαιτούσε την ενεργό και όχι την παθητική συμμετοχή του χρήστη (Wallet, Sauzeon et al. 2011).

Πράγματι, μετα-ανάλυση του 2011 αναδεικνύει ότι η εκπαίδευση ως προς την απαιτούμενη συμπεριφορά σε επικίνδυνες καταστάσεις πραγματοποιείται αποτελεσματικότερα με μεθόδους που απαιτούν μεγαλύτερη εμπλοκή από τον

εκπαιδευόμενο (Sitzmann 2011). Η ενεργητική εκπαίδευση προσφέρει ποικίλα πλεονεκτήματα σε σχέση με την παθητική εκπαίδευση (Bell and Kozlowski 2008). Αρχικά, βελτιώνει τις στρατηγικές των χρηστών ως προς την αναγνώριση των κινδύνων (Romoser and Fisher 2009), παρέχοντάς τους περισσότερο διαθέσιμο χρόνο σε περίπτωση κινδύνου (Kinateder, Pauli et al. 2012). Επιπλέον, ενισχύει την αίσθηση ότι οι εκάστοτε καταστάσεις βρίσκονται υπό τον έλεγχο των χρηστών (Huang and Ford 2012), γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει στη λήψη ορθότερων και ταχύτερων αποφάσεων, και τέλος, βελτιώνει τη γνώση και την επίδοση των ηλικιωμένων οδηγών (Marottoli, Ness et al. 2007).

### Βασικές αρχές σχεδιασμού εκπαιδευτικού λογισμικού

Το εκπαιδευτικό λογισμικό προκειμένου να είναι εύχρηστο και αποτελεσματικό απαιτεί κατάλληλο σχεδιασμό, ο οποίος θα πρέπει να συνάδει με τις εξελίξεις της διδακτικής μεθοδολογίας και της τεχνολογίας, καθώς και με τις εξελίξεις των υπόλοιπων επιστημονικών πεδίων που σχετίζονται με τον τομέα της εκπαίδευσης (Δαλάκα, Σκίκος et al. 2011).

Η σχεδίαση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού στηρίζεται σε συγκεκριμένες αρχές ανάλογα με το είδος, τον τρόπο λειτουργίας και τον τρόπο εφαρμογής του λογισμικού. Παρά τη μεταβλητότητα των αρχών σχεδίασης, υπάρχουν και ορισμένες βασικές αρχές οι οποίες συνήθως διέπουν τον σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού λογισμικού: «η θεώρηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ως εκπαιδευτικό εργαλείο», «η επικέντρωση σε ορισμένους στόχους» και «η παροχή ελευθερίας στην έκφραση του χρήστη». Πιο συγκεκριμένα, «η θεώρηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ως εκπαιδευτικό εργαλείο» αναφέρεται στην αποτελεσματικότητα του λογισμικού σχετικά με την επίτευξη του εκάστοτε διδακτικού στόχου, «η επικέντρωση σε συγκεκριμένους στόχους» αναφέρεται στην ικανότητα του λογισμικού να εστιάζει την προσοχή του χρήστη στο προς μελέτη αντικείμενο και τέλος, «η παροχή ελευθερίας στην έκφραση του χρήστη» αφορά την ικανότητα του λογισμικού να μην κατευθύνει την άποψη του χρήστη επί των πραγματευόμενων θεμάτων, καθώς και την διαδικασία επίλυσης των διαφόρων προβλημάτων (Venezky and Osin 1991).

Επιπλέον των βασικών αρχών, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η θεωρία του Gagne, σύμφωνα με την οποία το εκπαιδευτικό λογισμικό θα πρέπει να προσελκύει την προσοχή του χρήστη, να τον πληροφορεί για τους στόχους του μαθήματος, να του παρέχει κίνητρα, να ανακαλεί προηγούμενη γνώση, να

παρουσιάζει το περιεχόμενο, να παρέχει καθοδήγηση, να εξάγει συμπεράσματα και αποτελέσματα, να παρέχει ανατροφοδότηση, να αξιολογεί τα συμπεράσματα και τα αποτελέσματα, καθώς και να αναπτύσσει τη μνήμη και τη μεταφορά μάθησης (Δαλάκα, Σκίκος et al. 2011).

## **4.2 Εγκαταστάσεις σήραγγας και πιθανά σενάρια**

Προκειμένου να μεταφερθούν στο χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού οι απαραίτητες γνώσεις και να μπορέσουν να αποτελέσουν βοήθημα κατά τη διάρκεια οδήγησής του σε πραγματικές συνθήκες, απαιτείται η μετάδοση συγκεκριμένων γνώσεων με σαφή και περιεκτικό τρόπο. Για το λόγο αυτό πριν τη σχεδίαση του τελικού σχεδιαγράμματος για τη μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης σε οδική σήραγγα, επιλέχθηκε η δημιουργία σχεδιαγράμματος εικονικής σήραγγας με συγκεκριμένο εξοπλισμό και η εξέταση συγκεκριμένου αριθμού σεναρίων.

Σε αντιστοιχία με το κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται η σήμανση, ο εξοπλισμός και τα σενάρια τα οποία θα αντιμετωπίσει καθώς και ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκαν.

### Σήμανση και εξοπλισμός σήραγγας

#### Τί θα δει ο χρήστης:

- Σταθερή σήμανση για προσέγγιση σε οδική σήραγγα

Η σημασία της συγκεκριμένης σήμανσης είναι πολύ μεγάλη και ο χρήστης θα πρέπει να μάθει να ενεργεί και να την ερμηνεύει κατάλληλα.

- Σταθερή σήμανση για μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος οχήματος

Στο συγκεκριμένο παιχνίδι δεν εξετάζεται το ενδεχόμενο της οδήγησης υπέρυψου οχήματος. Ωστόσο, ο χρήστης θα μπορεί να δει το σήμα αλλά και τις επιπτώσεις αγνόησής του.

- Σταθερή σήμανση για απαγόρευση διέλευσης οχήματος με επικίνδυνο φορτίο

Στο συγκεκριμένο παιχνίδι δεν εξετάζεται το ενδεχόμενο της οδήγησης οχήματος που φέρει επικίνδυνο φορτίο. Ωστόσο, ο χρήστης θα μπορεί να δει το σήμα αλλά και τις επιπτώσεις αγνόησής του.

- Σταθερή σήμανση για όριο ταχύτητας

Δεν εξετάζεται το ενδεχόμενο της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας καθώς το συγκεκριμένο ενδεχόμενο δεν αφορά αποκλειστικά την οδήγηση μέσα στη σήραγγα ενώ καθιστά ιδιαίτερα πολύπλοκη τη μοντελοποίηση. Ωστόσο, ο χρήστης μπορεί να δει το σήμα που θα τον προειδοποιεί για τους περιορισμούς ταχύτητας που ισχύουν.

- Σταθερή σήμανση για απόσταση ασφαλείας

Το ενδεχόμενο αγνόησης των κανόνων για την ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση ασφαλείας μεταξύ των οχημάτων εξετάζεται μόνο στην περίπτωση στάσης σε περιστατικό που περιλαμβάνει φωτιά. Αυτό συμβαίνει για να αποφευχθεί η πολυπλοκότητα η οποία προκαλείται από τα διάφορα πιθανά σενάρια που μπορεί να προκύψουν από τη μη τήρηση απόστασης ασφαλείας σε κίνηση.

- Σταθερή σήμανση που ειδοποιεί το χρήστη ότι υπάρχει εκπομπή ραδιοφωνικού σήματος μέσα στη σήραγγα

Εξετάζεται το ενδεχόμενο εκπομπής συγκεκριμένης ραδιοφωνικής συχνότητας μέσα στη σήραγγα και γίνεται φανερή η σημασία χρήσης όλων των πιθανών πηγών ενημέρωσης από το κέντρο ελέγχου σχετικά με κάποιο περιστατικό.

- Ηλεκτρονικοί πίνακες για εκπομπή μεταβλητών μηνυμάτων

Αποτελούν μια ακόμη πηγή ενημέρωσης για πιθανό περιστατικό μέσα στη σήραγγα, του οποίου τα μηνύματα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

- Ηλεκτρονικοί πίνακες με μεταβλητή σήμανση για τον έλεγχο της κυκλοφορίας

Παρουσιάζεται μέσα από τη μοντελοποίηση, η χρησιμότητα της συγκεκριμένης μεταβλητής σήμανσης καθώς στα διάφορα σενάρια, παρουσιάζεται το αντίστοιχο περιεχόμενο των ηλεκτρονικών αυτών πινάκων.

- Οριζόντια σήμανση για τις λωρίδες κυκλοφορίας

Κατά το σχεδιασμό του παιχνιδιού, το γραφικό περιβάλλον είναι απαραίτητο να δείχνει τη διαγράμμιση μεταξύ των λωρίδων της σήραγγας αλλά και την ειδική διαγράμμιση για τη λωρίδα έκτακτης κυκλοφορίας.

- Φανάρια

Είναι πολύ σημαντική η τήρηση τη συγκεκριμένης μεταβλητής σήμανσης καθώς πιθανή αγνόησή της μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικές συνέπειες. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η παρουσίασή της.

- Σταθερή σήμανση για Σταθμό Επείγουσας Ανάγκης και ο αντίστοιχος εξοπλισμός

Η εξοικείωση με τη συγκεκριμένη σήμανση αλλά και με τον αντίστοιχο εξοπλισμό είναι απαραίτητη σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθεί στη μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνου.

- Έξοδος κινδύνου και σχετικές σημάσεις κι εγκαταστάσεις

Η εξοικείωση με τη συγκεκριμένη σήμανση αλλά και με τον αντίστοιχο εξοπλισμό είναι απαραίτητη σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθεί στη μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνου.

- Πεζοδρόμια

Είναι χρήσιμη η παρουσίαση του πεζοδρομίου στο γραφικό περιβάλλον της σήραγγας προκειμένου αυτό να είναι ρεαλιστικό.

- Τοίχωμα σήραγγας

Είναι χρήσιμη η παρουσίαση του τοιχώματος της σήραγγας στο γραφικό περιβάλλον της σήραγγας προκειμένου αυτό να είναι ρεαλιστικό.

- Φωτισμός κανονικής λειτουργίας

Το εσωτερικό περιβάλλον της σήραγγας θεωρείται ότι φωτίζεται επαρκώς στη μοντελοποίηση.

- Ηλεκτροδότηση επείγουσας ανάγκης

Ο χρήστης θα μπορεί να βλέπει τον εικονικό φωτισμό έκτακτης ανάγκης προκειμένου να οδηγηθεί με ασφάλεια σε κάποια έξοδο κινδύνου.

- Κέντρο ελέγχου

Η ύπαρξη κέντρου ελέγχου γίνεται φανερή στο χρήστη μέσω της ύπαρξης μεταβλητών σημάτων και μηνυμάτων.

- Λωρίδα έκτακτης ανάγκης

Στη μοντελοποίηση συμπεριλαμβάνεται η ύπαρξη λωρίδας έκτακτης ανάγκης προκειμένου να εξεταστεί η δράση του χρήστη σε περίπτωση έκτακτης στάσης σε κάποιο σημείο της σήραγγας.

- Ειδική διαπλάτυνση του δρόμου - χώρος στάθμευσης (lay-by)

Στη μοντελοποίηση συμπεριλαμβάνεται η ύπαρξη λωρίδας έκτακτης ανάγκης προκειμένου να εξεταστεί η δράση του χρήστη σε περίπτωση έκτακτης στάσης σε κάποιο σημείο της σήραγγας.

- Αριθμός κλάδων

Εξετάζεται η περίπτωση του ενός κλάδου μονής κατεύθυνσης προκειμένου να μην περιπλέκεται το παιχνίδι και να μεταδίδονται τα απαραίτητα μηνύματα στο χρήστη απλά και περιεκτικά

- Αριθμός λωρίδων

Θεωρείται η ύπαρξη τουλάχιστον δυο λωρίδων εκτός της λωρίδας έκτακτης κυκλοφορίας

#### Τί δεν θα δει ο χρήστης

- Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητή σήμανση για όριο ταχύτητας

Όπως προαναφέρθηκε, δεν εξετάζεται το ενδεχόμενο της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας από το χρήστη. Για το λόγο αυτό, η ύπαρξη της σταθερής σήμανσης θεωρείται αρκετή ώστε να ειδοποιεί το χρήστη για την ύπαρξη ανώτατου ορίου ταχύτητας.

- Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητή σήμανση για απόσταση ασφαλείας

Όπως προαναφέρθηκε, εξετάζεται το ενδεχόμενο τήρησης απόστασης ασφαλείας μόνο κατά την περίπτωση αναγκαστικής στάσης σε περίπτωση φωτιάς. Σε αυτή την περίπτωση θα μεταδίδεται μέσω ηλεκτρονικού πίνακα, μεταβλητό μήνυμα στο χρήστη σχετικά με την πρέπουσα απόσταση ασφαλείας.

- Σταθερή σήμανση που προτρέπει το χρήστη να ανάψει τα φώτα πορείας

Απαιτείται να γίνει φανερό στο χρήστη η υποχρέωση να ανάψει τα φώτα πορείας μόνο και μόνο βλέποντας τη σταθερή σήμανση για επερχόμενη σήραγγα. Για το λόγο



αυτό επιλέγεται η μη χρησιμοποίηση της σήμανσης που προτρέπει το χρήστη ρητά να ανάψει τα φώτα πορείας.

- Σταθερή σήμανση που αναγράφει τη χιλιομετρική θέση

Η ύπαρξη σταθερής σήμανσης για τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης ενός οδηγού μέσα στη σήραγγα αποτελεί τον «εύκολο τρόπο» να γίνει ο προσδιορισμός. Είναι όμως απαραίτητο να εξεταστεί η περίπτωση κατά την οποία ο χρήστης θα κληθεί να προσδιορίσει τη θέση του ή τη θέση κάποιου πιθανού συμβάντος, χωρίς την ύπαρξη αυτής της σήμανσης.

- Μπάρες

Όπως προαναφέρθηκε, στην εικονική σήραγγα υπάρχει η μεταβλητή σήμανση των φαναριών. Επειδή οι κλειστές μπάρες είναι έτσι κι αλλιώς δύσκολο να αγνοηθούν, δεν κρίνεται απαραίτητη η ένταξή τους στον απαιτούμενο εξοπλισμό της εικονικής σήραγγας που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνου μέσα σε μια οδική σήραγγα.

- Κάμερες παρακολούθησης

Δεν κρίνεται αναγκαία η εμφάνισή τους διότι η προσφορά που θα μπορούσαν να έχουν στο χρήστη μιας σήραγγας είναι η ένδειξη ότι υπάρχει κέντρο ελέγχου στη σήραγγα κάτι που στο περιβάλλον του παιχνιδιού γίνεται φανερό από την ύπαρξη των μεταβλητών σημάνσεων και μηνυμάτων.

- Σύστημα εξαερισμού

Η ενεργοποίησή του σε πραγματικές σήραγγες απομακρύνει τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και βοηθά στην καθυστέρηση της διάδοσης της φωτιάς σε πιθανό περιστατικό. Στη συγκεκριμένη μοντελοποίηση δεν κρίνεται απαραίτητη η παρουσία του συστήματος εξαερισμού καθώς ο χρήστης καλείται να στηρίζεται στις δικές του δράσεις για να προστατευθεί και όχι τόσο στον πιθανό εξοπλισμό της σήραγγας.

- Αυτόματο σύστημα καταιονισμού

Η ενεργοποίησή του σε πραγματικές σήραγγες βοηθά στην καθυστέρηση της διάδοσης της φωτιάς ή στην κατάσβεσή της σε πιθανό περιστατικό. Στη συγκεκριμένη μοντελοποίηση δεν κρίνεται απαραίτητη η παρουσία του αυτόματου συστήματος καταιονισμού καθώς ο χρήστης καλείται να στηρίζεται στις δικές του δράσεις για να προστατευθεί και όχι τόσο στον πιθανό εξοπλισμό της σήραγγας.

- Συμβολή ή απόκλιση λωρίδων κυκλοφορίας

Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως ο χρήστης μιας οδικής σήραγγας καλείται να επιλέγει από νωρίς τη λωρίδα η οποία θα τον οδηγήσει στον επιθυμητό προορισμό για να αποφύγει τους ελιγμούς της τελευταίας στιγμής αποφεύγοντας έτσι το ενδεχόμενο ενός ατυχήματος. Στην παρούσα μοντελοποίηση δεν κρίνεται σκόπιμη η εξέταση σεναρίων κατά τα οποία ο χρήστης μπορεί να προκαλέσει μόνος του ατύχημα, καθώς προέχει η μετάδοση γνώσης σχετικά με την πιθανή αντιμετώπιση ατυχημάτων ή κάποιας άλλης έκτακτης κατάστασης.

- Σύστημα αποστράγγισης τοξικών και εύφλεκτων υγρών

Η ύπαρξή του συστήματος αυτού σε πραγματικές σήραγγες βοηθά στην απομάκρυνση πιθανών τοξικών ή εύφλεκτων υγρών και καθυστερεί με αυτόν τον τρόπο τη μετάδοση πιθανής φωτιάς. Στη συγκεκριμένη μοντελοποίηση δεν κρίνεται απαραίτητη η παρουσία του συστήματος αποστράγγισης υγρών, καθώς ο χρήστης καλείται να στηρίζεται στις δικές του δράσεις για να προστατευθεί και όχι τόσο στον πιθανό εξοπλισμό της σήραγγας.

- Περίπολος σήραγγας με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό πίνακα

Λόγω της ύπαρξης των μεταβλητών σημάνσεων ρύθμισης της κυκλοφορίας, δεν κρίνεται απαραίτητη η παρουσία της περιπόλου της σήραγγας στο εικονικό περιβάλλον.

- Ραντάρ ανίχνευσης ταχύτητας

Δεν παρουσιάζεται στο εικονικό περιβάλλον του παιχνιδιού, καθώς ο έλεγχος της τήρησης των ορίων ταχύτητας δεν απασχολεί τη συγκεκριμένη μοντελοποίηση.

- Ανιχνευτής ταχύτητας με ένδειξη

Δεν παρουσιάζεται στο εικονικό περιβάλλον του παιχνιδιού, καθώς ο έλεγχος της τήρησης των ορίων ταχύτητας δεν απασχολεί τη συγκεκριμένη μοντελοποίηση.

- Υδροδότηση

Θεωρείται ότι υπάρχει επαρκής υδροδότηση, κάτι που δεν απασχολεί ωστόσο τον χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού καθώς σε περιπτώσεις έκτακτου περιστατικού με φωτιά καλείται να χρησιμοποιήσει τον πυροσβεστήρα εφόσον αποφασίσει να επέμβει για να σβήσει τη φωτιά.

- Ειδικές εγκαταστάσεις και σήματα για ΑμεΑ

Στη συγκεκριμένη μοντελοποίηση δεν εξετάζονται οι απαιτούμενες γνώσεις για ΑμεΑ.

- Σήμανση για ολισθηρό οδόστρωμα

Δεν εξετάζεται η περίπτωση της ύπαρξης ολισθηρού οδοστρώματος καθώς δεν προβλέπεται η δημιουργία καταστάσεων στις οποίες ο χρήστης δημιουργεί κάποιο ατύχημα.

- Κλίση σήραγγας

Λόγω της πολυπλοκότητας της μοντελοποίησης στην οποία θα οδηγούσε η ύπαρξη κλίσης του οδοστρώματος, η εικονική σήραγγα δεν προβλέπεται να είναι υπό κλίση.

- Στροφή

Λόγω της απλότητας που καλείται να έχει το εκπαιδευτικό παιχνίδι αποφεύγεται η ύπαρξη στροφής στην εικονική σήραγγα του εκπαιδευτικού παιχνιδιού.

### Εξεταζόμενα σενάρια

Αποφασίστηκε η μοντελοποίηση 8 διαφορετικών σεναρίων μέσα από τα οποία γίνονται φανερές όλες οι σημαντικές γνώσεις που απαιτείται να έχει ένας χρήστης οδικής σήραγγας σχετικά με την ασφάλειά του. Τα σενάρια αυτά είναι:

#### 1. Ομαλή διέλευση

Κατά τη διάρκεια αυτού του σεναρίου, ο χρήστης του παιχνιδιού μπορεί να εξοικειωθεί με τον υπάρχοντα εξοπλισμό, να κατανοήσει τη σημασία που έχει για έναν χρήστη οδικής σήραγγας να ανάβει τα φώτα πορείας και να βγάζει τα γυαλιά ηλίου του καθώς και να έρθει αντιμέτωπος με τα φαινόμενα της «μαύρης τρύπας» κατά την είσοδο και της θάμβωσης κατά την έξοδο του από τη σήραγγα. Επίσης, θα μπορεί παρατηρώντας τον εξοπλισμό να εξοικειωθεί με το περιβάλλον της σήραγγας και να προσδιορίζει με ευκολία τη θέση του κάθε στιγμή στη σήραγγα.

#### 2. Είδοποίηση για εμπόδιο στην είσοδο της σήραγγας

Σε αυτό το σενάριο επιλέγεται η ύπαρξη σταματημένου υπέρυψου οχήματος στην είσοδο της σήραγγας κι ενημέρωση από μεταβλητά σήματα για το περιστατικό αυτό. Ο χρήστης του παιχνιδιού θα μπορέσει να καταλάβει τη σημασία της σήμανσης για

το ανώτατο επιτρεπτό όριο ύψους των οχημάτων. Επίσης, θα έρθει αντιμέτωπος με μεταβλητές σημάνσεις αλλαγής κατεύθυνσης καθώς και με τις συνέπειες πιθανής λανθασμένης απόφασής του (π.χ. αναστροφή του οχήματός του).

### 3. Εμπόδιο μπροστά από το όχημα του οδηγού

Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης δεν έχει ενημερωθεί για το συμβάν αλλά το αντιλαμβάνεται και καλείται να ενεργήσει αναλόγως. Του δίνεται η ευκαιρία να ειδοποιηθεί για το συμβάν και ανάλογα με τη δράση του μπορεί να κατανοήσει τις πιθανές συνέπειες.

### 4. Ειδοποίηση για φωτιά στο εσωτερικό της σήραγγας ενώ ο χρήστης βρίσκεται πριν την είσοδο

Με αυτό το σενάριο ο χρήστης έρχεται σε επαφή με τις μεταβλητές σημάνσεις κινδύνου και μαθαίνει ποιές μπορεί να είναι οι πιθανές συνέπειες αγνόησής τους.

### 5. Αδιαθεσία

Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης καλείται να διαχειριστεί μια έκτακτη περίπτωση και να μάθει ποιές μπορεί να είναι οι πιθανές συνέπειες κάθε απόφασής του. Του δίνεται επίσης η ευκαιρία να επικοινωνήσει με το κέντρο της σήραγγας ή με τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.

### 6. Φωτιά στο όχημα του χρήστη πριν την είσοδο στη σήραγγα

Ο χρήστης έρχεται σε επαφή με ένα έκτακτο περιστατικό που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Η κάθε ενέργεια του χρήστη μπορεί να έχει πολύ διαφορετικό αποτέλεσμα. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μαθαίνει τις πιθανές συνέπειες κάθε απόφασής του.

### 7. Φωτιά στο όχημα του χρήστη κατά τη διάρκεια διέλευσης μέσα από τη σήραγγα

Το σενάριο αυτό είναι διαφορετικό από το παραπάνω καθώς οι ίδιες ενέργειες έχουν διαφορετικό αποτέλεσμα. Ο χρήστης καλείται να μάθει τη διαφορά των δυο αυτών σεναρίων και να μπορεί να αντιμετωπίσει κατάλληλα το κάθε ένα.

### 8. Ατύχημα με φωτιά μπροστά από το όχημα του οδηγού

Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης έρχεται αντιμέτωπος με ένα ακραίο περιστατικό κατά το οποίο μπροστά του προκαλείται ατύχημα με την εμπλοκή οχήματος που φέρει κάποιο επικίνδυνο φορτίο. Με αυτό τον τρόπο γίνεται φανερή η αγνόηση της

σταθερής σήμανσης για τον περιορισμό επικίνδυνων φορτίων στη σήραγγα. επίσης έρχεται αντιμέτωπος με περιστατικά συμφόρησης των οχημάτων. Πιο σημαντική όμως είναι η γνώση που του μεταδίδεται σχετικά με την επικινδυνότητα της φωτιάς, των πιθανών συνεπειών διάδοσής της καθώς και με την επίδραση της ψυχολογίας της μάζας στη δράση του κάθε εμπλεκόμενου.

#### Τί δεν θα δει ο χρήστης

Δεν κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν και να μεταδοθούν γνώσεις σχετικά με τις ενδεδειγμένες ενέργειες σχετικά με τη ζώνη ασφαλείας, τη χρήση κινητού τηλεφώνου, και της οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ καθώς τα σενάρια αυτά δεν εμπίπτουν στο περιεχόμενο της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θεωρείται πως τα υπόλοιπα σενάρια που παρουσιάζονται στο προηγούμενο κεφάλαιο μπορούν να αντιμετωπιστούν με τις γνώσεις που παρέχονται στο χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού μέσω των επιλεγμένων σεναρίων, καθώς η δράση που θα πρέπει να αναλάβουν είναι παρόμοια με αυτή που θα τους παρουσιαστεί στο εκπαιδευτικό παιχνίδι.

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να τονισθεί το γεγονός πως δεν είναι δυνατή η αποτύπωση των πραγματικών συναισθημάτων τα οποία πιθανά θα έχει ένας χρήστης κατά τη διάρκεια πραγματικού περιστατικού.

Τα εξεταζόμενα σενάρια καθώς και η υπάρχουσα σήμανση της εικονικής σήραγγας παρουσιάζονται εκτενέστερα στο κεφάλαιο του σχεδιαγράμματος της εξέλιξης σεναρίων κινδύνου κατά τη διάρκεια οδήγησης σε οδική σήραγγα.

### **4.3 Πιθανές καταστάσεις – πιθανές ενέργειες**

Αντίστοιχα με την εικονική σήραγγα, τον εξοπλισμό της και τα εξεταζόμενα σενάρια, ο χρήστης θα βρεθεί αντιμέτωπος με τις ανάλογες καταστάσεις. Πριν παρουσιαστούν κρίνεται απαραίτητη η αναφορά σε κάποιες παραδοχές, πέρα από όσες αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, σχετικά με τη μοντελοποίηση που πραγματοποιήθηκε.

#### Παραδοχές – Περιορισμοί

- Εφόσον εξετάζουμε μόνο τις πιθανές ενέργειες του χρήστη, θεωρούμε πως η μεταφορά οδηγιών και η δράση των χειριστών του κέντρου ελέγχου καθώς και των μελών των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης γίνεται με τον ενδεδειγμένο τρόπο. Για το λόγο αυτό, μπορούμε να δεχθούμε ως σενάρια τερματισμού του παιχνιδιού, σενάρια κατά τα οποία η ομαλή εξέλιξη μπορεί να εξασφαλισθεί από την αρμόζουσα δράση των υπευθύνων
- Σε όλο το μήκος της διαδρομής της εικονικής σήραγγας υπάρχουν μεταβλητές σημάτων ρύθμισης της κυκλοφορίας, σταθερές σημάσεις που υποδεικνύουν την απόσταση προς τις εξόδους κινδύνου, λωρίδα έκτακτης ανάγκης και κατάλληλος φωτισμός
- Θεωρούμε πως εφόσον κάποιος χρήστης δεχθεί οδηγίες μέσω επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου θα τις τηρήσει, επομένως μπορούμε να θεωρήσουμε τα σενάρια επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου ως σενάρια τερματισμού του παιχνιδιού
- Θεωρούμε επίσης πως αν κάποιος χρήστης πραγματοποιήσει κάποια σωστή ενέργεια δεν ενδέχεται να την αναστρέψει (αν και κάτι τέτοιο είναι πιθανό σε πραγματικές καταστάσεις) για να αποφύγουμε την πολυπλοκότητα του σχεδιαγράμματος στην οποία θα οδηγούσε κάτι τέτοιο
- Θεωρούμε την ύπαρξη μεταβλητών μηνυμάτων με οδηγίες, ή μετάδοση οδηγιών μέσω του ραδιοφώνου μόνο σε περίπτωση που κάποιο γεγονός ήταν από πριν γνωστό στο κέντρο ελέγχου της σήραγγας και όχι σε περιστατικό που συμβαίνει εκείνη τη στιγμή

- Δεν εξετάζεται η χρήση αλάρμ καθώς και η πιθανή ενέργεια του χρήστη να σβήσει τη μηχανή του οχήματός του και να αφήσει το κλειδί στη μίζα
- Όλα τα πιθανά σενάρια που εξετάζονται στο εσωτερικό της σήραγγας, «συμβαίνουν» σε συγκεκριμένο σημείο όπου είναι δυνατή η χρήση της ειδικής διαπλάτυνσης του δρόμου, προκειμένου να δίνεται αυτή η δυνατότητα στο χρήστη
- Το σχεδιάγραμμα σχεδιάστηκε προκειμένου να αποτελέσει βοήθημα στην προσπάθεια κάποιου προγραμματιστή για τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού. Ως πιθανός αποδέκτης θεωρείται κάποιος που έχει περιορισμένες δυνατότητες σχετικά με το γραφικό περιβάλλον που μπορεί να δημιουργήσει. Με αυτό το γνώμονα επιλέχθηκε η απλή περιγραφή κάθε κατάστασης

#### Πιθανές καταστάσεις

Παρουσιάζονται όλες οι πιθανές καταστάσεις - εικόνες με τις οποίες μπορεί να βρεθεί αντιμέτωπος ο χρήστης του εκπαιδευτικού παιχνιδιού, καθώς και ο συμβολισμός που χρησιμοποιείται για να τις προσδιορίσει στο σχεδιάγραμμα της επόμενης ενότητας. Η θέση του εξοπλισμού της εικονικής σήραγγας γίνεται φανερή στην κάτοψη που παρουσιάζεται στην αρχή της επόμενης ενότητας.

- Θεωρούμε την ύπαρξη 6 καταστάσεων φωτισμού με την αντίστοιχη ένταση 10(0), 10(1), 10(2), 10(3), 10(4), 10(5)
- Θεωρούμε την ύπαρξη 4 καταστάσεων φωτιάς με την αντίστοιχη ένταση τόσο για φωτιά στο όχημα του χρήστη:  
39(1), 39(2), 39(3), 39(4)  
όσο και για φωτιά σε άλλο όχημα:  
40(1), 40(2), 40(3), 40(4)
- Οι σημάνσεις που παρουσιάζονται με τον ίδιο συμβολισμό δεν είναι πάνω στην ίδια πινακίδα αλλά υπάρχουν σε σειρά στην εικονική σήραγγα

Πίνακας 1: Πιθανές καταστάσεις και αντίστοιχος συμβολισμός

Κατάσταση (εικόνες με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος ο χρήστης)	Συμβολισμός
Αρχική κατάσταση: ο χρήστης βρίσκεται μόνος του σε κινούμενο αυτοκίνητο, με σβηστά φώτα, φορεμένα γυαλιά, κλειστό ραδιόφωνο,10(4)	- 0
Ευτυχής κατάληξη παιχνιδιού	- 1
Ατυχή κατάληξη παιχνιδιού	- 2
Σταθερή σήμανση για επερχόμενη σήραγγα, για ανώτατο όριο ύψους, για περιορισμούς επικίνδυνων φορτίων, για εναλλακτική πορεία	- 3
Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητά μηνύματα 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Κενός</li> <li>- Μήνυμα προειδοποίησης για εμπόδιο στην είσοδο της σήραγγας</li> <li>- Μήνυμα προειδοποίησης για περιστατικό με φωτιά εντός της σήραγγας</li> </ul>	- 4 - 4' - 4''
Σταθερή σήμανση για επερχόμενη σήραγγα, για μήκος της σήραγγας, για ανώτατο επιτρεπτό όριο ύψους οχήματος, για περιορισμούς επικίνδυνων φορτίων, για ανώτατο όριο ταχύτητας, για απόσταση ασφαλείας, για ύπαρξη συγκεκριμένης εκπεμπόμενης ραδιοφωνικής συχνότητας, για ύπαρξη συγκεκριμένου αριθμού επικοινωνίας από κινητό τηλέφωνο με το κέντρο	- 5



<b>ελέγχου της σήραγγας</b>	
<b>Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητά μηνύματα 2 και φανάρι:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Κενός πίνακας και πράσινο φανάρι - 6</li> <li>- Μήνυμα προειδοποίησης για εμπόδιο στην είσοδο της σήραγγας και πράσινο φανάρι - 6'</li> <li>- Μήνυμα προειδοποίησης για περιστατικό με φωτιά εντός της σήραγγας και κόκκινο φανάρι - 6''</li> </ul>	
<b>Σταθμός Επείγουσας Ανάγκης 1</b>	- 7
<b>Μεταβλητή σήμανση ελέγχου κυκλοφορίας πάνω από τις λωρίδες:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- πράσινα βέλη και κόκκινο χ πάνω από τη λωρίδα έκτακτης κυκλοφορίας - 8</li> <li>- πράσινο βέλος πάνω από τις μη επηρεαζόμενες από εμπόδιο λωρίδες, κίτρινο βέλος που προειδοποιεί για αλλαγή κατεύθυνσης στην επηρεαζόμενη λωρίδα, κόκκινο χ στη λωρίδα έκτακτης κυκλοφορίας - 8'</li> <li>- κόκκινα χ πάνω από όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας - 8''</li> </ul>	
<b>Είσοδος της σήραγγας, φαινόμενο μαύρης τρύπας, προσωρινά 10(0)</b>	- 9
<b>Ένταση φωτισμού</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (φαινόμενο μαύρης τρύπας) - 10(0)</li> <li>- 1 (εσωτερικό περιβάλλον και ο χρήστης έχει σβηστά τα φώτα και φορεμένα τα γυαλιά ηλίου) - 10(1)</li> <li>- 2 (εσωτερικό περιβάλλον και ο - 10(2)</li> <li>- 3 (εξωτερικό περιβάλλον και ο - 10(3)</li> <li>- 4 (εξωτερικό περιβάλλον και ο - 10(4)</li> </ul>	

<p>χρήστης έχει ανάψει τα φώτα αλλά δεν έχει αφαιρέσει τα γυαλιά ή το αντίθετο)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 (εσωτερικό περιβάλλον σήραγγας και ο χρήστης έχει ανάψει τα φώτα και έχει αφαιρέσει τα γυαλιά ηλίου)</li> <li>- 4 (εξωτερικό περιβάλλον)</li> <li>- 5 (φαινόμενο θάμβωσης)</li> </ul>	- 10(5)
Σταθμός Επείγουσας Ανάγκης 2	- 11
Έξοδος κινδύνου 1	- 12
<p>Ηλεκτρονικός πίνακας με μεταβλητά μηνύματα 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- κενός</li> <li>- προειδοποιεί για εμπόδιο στη σήραγγα</li> <li>- προειδοποιεί για περιστατικό με φωτιά, ελάττωση ταχύτητας, ελάχιστη απόσταση ασφαλείας, ανάγκη για έξοδο από τη σήραγγα μέσω των εξόδων κινδύνου</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 13</li> <li>- 13'</li> <li>- 13''</li> </ul>
Σταθερή σήμανση για επερχόμενη ειδική διαπλάτυνση του δρόμου – ειδικό χώρο στάθμευσης	- 14
Ειδική διαπλάτυνση του δρόμου – ειδικός χώρος στάθμευσης, Σταθμός Επείγουσας Ανάγκης 3, Έξοδος κινδύνου 2	- 15
Σταθμός Επείγουσας Ανάγκης 4	- 16
Έξοδος κινδύνου 3	- 17
Σταθμός Επείγουσας Ανάγκης 5	- 18
Έξοδος της σήραγγας	- 19
Φαινόμενο θάμβωσης, προσωρινά 10(5)	- 20

Σταθμός Επείγουσας Ανάγκης 6	- 21
Σταματημένο υπέρυψο όχημα στην είσοδο της σήραγγας	- 22
Το όχημα του χρήστη είναι σταματημένο στη λωρίδα έκτακτης ανάγκης	- 23
Το όχημα του χρήστη είναι σταματημένο σε ειδική διαπλάτυνση – ειδικό χώρο στάθμευσης	- 24
Ο χρήστης δέχεται ενημερωτικά μηνύματα μέσω του ραδιοφώνου	- 25
Ο χρήστης επικοινωνεί με το κέντρο ελέγχου	- 26
Ο χρήστης καλείται από το χειριστή του κέντρου ελέγχου να προσδιορίσει την ακριβή του θέση	- 27
Είναι δυνατή η επικοινωνία μέσω κινητού τηλεφώνου (υπάρχει κάλυψη δικτύου)	- 28
Είναι αδύνατη η επικοινωνία μέσω κινητού τηλεφώνου (δεν υπάρχει κάλυψη δικτύου)	- 29
Ο χρήστης καλείται από τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να επικοινωνήσει με το κέντρο ελέγχου της σήραγγας (η κατάσταση αυτή δημιουργείται τεχνητά για να μεταδώσει το μήνυμα στο χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού σχετικά με την καθυστέρηση που προκαλεί η επικοινωνία με τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης αντί της επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου της σήραγγας)	- 30
Ο χρήστης αισθάνεται αδιαθεσία	- 31

Ατύχημα χωρίς φωτιά μπροστά από το όχημα του χρήστη	- 32
Ατύχημα με εμπλοκή οχήματος με επικίνδυνο φορτίο και πρόκληση φωτιάς μπροστά από το όχημα του χρήστη	- 33
Ο χρήστης δέχεται οδηγίες από το κέντρο ελέγχου να μεταβεί σε Σταθμό Επείγουσας Ανάγκης (η κατάσταση αυτή δημιουργείται τεχνητά προκειμένου να γίνει φανερή στο χρήστη η προκύπτουσα καθυστέρηση από την επικοινωνία μέσω κινητού τηλεφώνου με το κέντρο ελέγχου σε περίπτωση που δεν μπορεί να προσδιορίσει επακριβώς της θέση του)	- 34
Οι υπόλοιποι χρήστες της σήραγγας κινούνται προς την πλησιέστερη ασφαλή έξοδο κινδύνου	- 35
Οι υπόλοιποι χρήστες της σήραγγας στέκονται αδρανείς	- 36
Το κέντρο ελέγχου της σήραγγας ενημερώθηκε ακριβώς για το περιστατικό (αναφερόμαστε σε περίπτωση κατά την οποία ο χρήστης έχει εξέλθει από τη σήραγγα κι ενημερώνει το κέντρο ελέγχου σχετικά με τυχόν περιστατικό, γνωρίζοντας ταυτόχρονα τη θέση του περιστατικού)	- 37
Το κέντρο ελέγχου ενημερώθηκε ελλιπώς για το περιστατικό	- 38
Υπάρχει φωτιά και αντίστοιχος καπνός στο όχημα του χρήστη με ένταση:	- 39(1) - 39(2)

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (είναι δυνατή η κατάσβεσή της με κατάλληλο χειρισμό)</li> <li>- 2</li> <li>- 3 (τελευταία ευκαιρία του χρήστη να εξέλθει μέσω εξόδου κινδύνου από τη σήραγγα)</li> <li>- 4 (ο χρήστης δεν μπορεί πλέον να δράσει)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 39(3)</li> <li>- 39(4)</li> </ul>
<p>Υπάρχει φωτιά και αντίστοιχος καπνός σε άλλο όχημα ή στην επένδυση της σήραγγας με ένταση:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (είναι δυνατή η κατάσβεση της με κατάλληλο χειρισμό)</li> <li>- 2</li> <li>- 3 (τελευταία ευκαιρία του χρήστη να εξέλθει μέσω εξόδου κινδύνου από τη σήραγγα)</li> <li>- 4 (ο χρήστης δεν μπορεί πλέον να δράσει)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 40(1)</li> <li>- 40(2)</li> <li>- 40(3)</li> <li>- 40(4)</li> </ul>
<p>Το όχημα του χρήστη βρίσκεται σταματημένο σε απόσταση ασφαλείας από φλεγόμενο χώρο</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 41</li> </ul>
<p>Το όχημα του χρήστη βρίσκεται σταματημένο κοντά σε φλεγόμενο χώρο</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 42</li> </ul>
<p>Υπάρχει φωτιά και αντίστοιχος καπνός τόσο στο όχημα του χρήστη όσο και σε άλλο όχημα με ένταση:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (είναι δυνατή η κατάσβεσή της με κατάλληλο χειρισμό)</li> <li>- 2</li> <li>- 3 (τελευταία ευκαιρία του χρήστη να εξέλθει μέσω εξόδου κινδύνου από τη σήραγγα)</li> <li>- 4 (ο χρήστης δεν μπορεί πλέον να δράσει)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 43(1)</li> <li>- 43(2)</li> <li>- 43(3)</li> <li>- 43(4)</li> </ul>

### Πιθανές ενέργειες του χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού

Οι προαναφερθείσες καταστάσεις συνδέονται μεταξύ τους είτε με κόμβους αποφάσεων του χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού, είτε με κόμβους πιθανοτήτων οι οποίοι καταλήγουν πάλι σε νέες καταστάσεις. Οι πιθανές ενέργειες του χρήστη κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού καθώς και ο συμβολισμός που χρησιμοποιείται για να τις περιγράψει στο σχεδιάγραμμα της επόμενης ενότητας φαίνονται παρακάτω:

**Πίνακας 2: Πιθανές ενέργειες χρήστη**

<u>Ενέργεια</u>	<u>Συμβολισμός</u>
<b>Ο χρήστης ακολουθεί τη διαδρομή</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- προς την εναλλακτική πορεία</li><li>- προς τη σήραγγα</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- A</li><li>- A'</li></ul>
<b>Ο χρήστης:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ενεργοποιεί το ραδιόφωνο, ανάβει τα φώτα πορείας και αφαιρεί τα γυαλιά ηλίου</li><li>- Ενεργοποιεί το ραδιόφωνο και ανάβει τα φώτα πορείας</li><li>- Ενεργοποιεί το ραδιόφωνο και αφαιρεί τα γυαλιά ηλίου</li><li>- Ανάβει τα φώτα πορείας και αφαιρεί τα γυαλιά ηλίου</li><li>- Ενεργοποιεί το ραδιόφωνο</li><li>- Ανάβει τα φώτα πορείας</li><li>- Αφαιρεί τα γυαλιά ηλίου</li><li>- Δεν πραγματοποιεί καμία από τις παραπάνω ενέργειες</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- B</li><li>- B(1)</li><li>- B(2)</li><li>- B(3)</li><li>- B(4)</li><li>- B(5)</li><li>- B(6)</li><li>- B(7)</li></ul>
<b>Ο χρήστης ακινητοποιεί το όχημά του σε:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ειδική διαπλάτυνση – χώρο στάθμευσης</li><li>- Λωρίδα έκτακτης κυκλοφορίας</li><li>- Στη λωρίδα κυκλοφορίας στην οποία βρισκόταν</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Γ</li><li>- Γ'</li><li>- Γ''</li></ul>

Ο χρήστης προσπερνάει – συνεχίζει την πορεία του	- Δ
Ο χρήστης πραγματοποιεί αναστροφή με το όχημά του	- Ε
Ο χρήστης πραγματοποιεί όπισθεν πορεία με το όχημά του	- Ζ
Ο χρήστης μένει αδρανής	- Η
Ο χρήστης χρησιμοποιεί το τηλέφωνο του Σταθμού Επείγουσας Ανάγκης	- Θ
Ο χρήστης χρησιμοποιεί τον πυροσβεστήρα του Σταθμού Επείγουσας Ανάγκης	- Ι
Ο χρήστης κατευθύνεται προς έξοδο κινδύνου	- Κ
Ο χρήστης σημαδεύει με τον πυροσβεστήρα σε ψηλό σημείο	- Λ
Ο χρήστης σημαδεύει με τον πυροσβεστήρα τη βάση της φωτιάς	- Μ
Ο χρήστης καλεί τον αριθμό επείγουσας ανάγκης επικοινωνίας μέσω κινητού τηλεφώνου	- Ν
Ο χρήστης καλεί τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης μέσω του κινητού του τηλεφώνου	- Ξ
Ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει τη θέση του περιστατικού (χρησιμοποιεί κωδικό κοντινού εξοπλισμού αν το γνωρίζει)	- Ο
Ο χρήστης δεν μπορεί να προσδιορίσει τη θέση του περιστατικού	- Π
Ο χρήστης κατευθύνεται σε έξοδο κινδύνου καλυμμένη με καπνό	- Ρ
Ο χρήστης κατευθύνεται στην πλησιέστερη ασφαλή έξοδο κινδύνου	- Σ
Ο χρήστης ανοίγει το καπό του	- Τ

οχήματός του	
Ο χρήστης σταματά το όχημά του σε ασφαλή απόσταση από χώρο με φωτιά	- Υ
Ο χρήστης σταματά το όχημά του σε απόσταση κοντινή σε χώρο με φωτιά	- Φ

#### 4.4 Σχεδ άγραμμα σεναρ ων εξέλ ξης κ νδύνων κατά την οδήγηση εντός σηράγγων

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάτοψη της εικονικής σήραγγας με βάση την οποία πραγματοποιήθηκε η μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης μέσω σηράγγων.




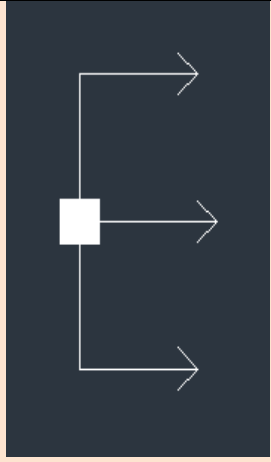
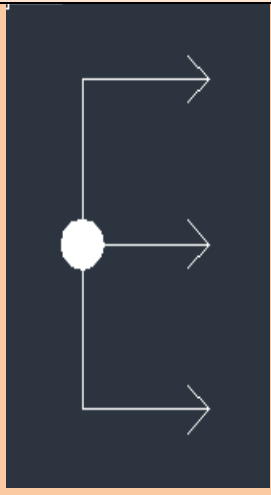


Εικόνα 13: Κάτοψη εικονικής σήραγγας

Η σημασία των αριθμών που απεικονίζονται στο σχήμα καθώς και στα παρακάτω σχεδιαγράμματα περιγράφεται στην προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου αυτού.

Η εξέλιξη κινδύνων παρουσιάζεται ως δέντρο αποφάσεων στο οποίο υπάρχουν τα παρακάτω σύμβολα:



Πίνακας 3: Σύμβολα δέντρου αποφάσεων

Σύμβολο	Σημασία
	Κατάσταση
	Κόμβος αποφάσεων
	Κόμβος πιθανοτήτων
	Τελική κατάσταση 1 (ευτυχής κατάληξη)
	Τελική κατάσταση 2 (ατυχής κατάληξη)

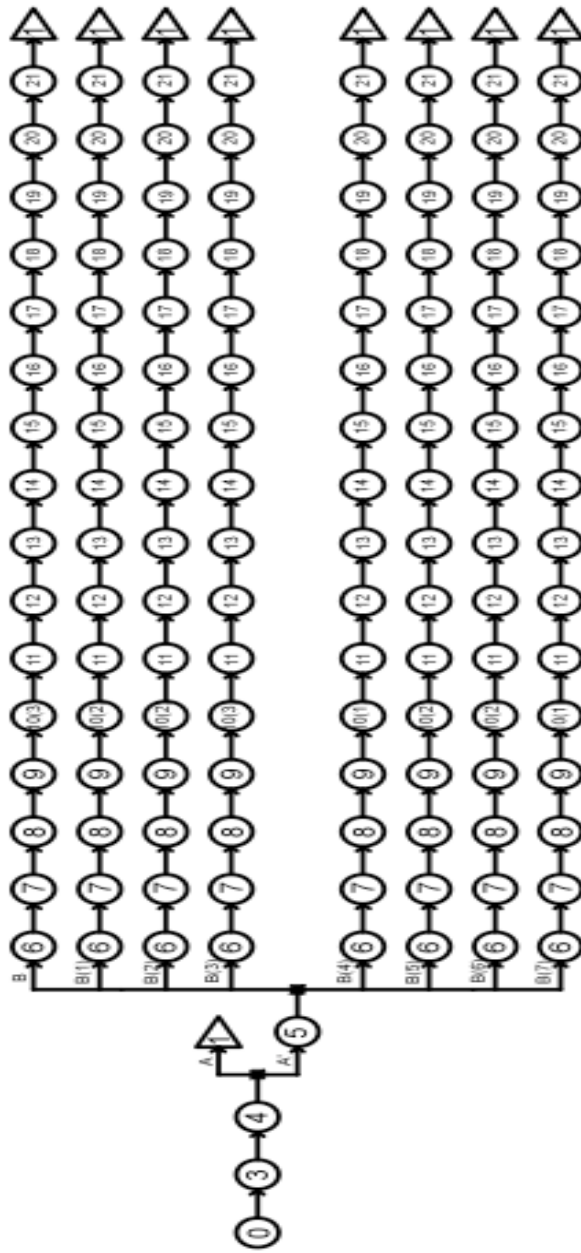
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σχεδιαγράμματα που αφορούν σε καθένα από τα εξεταζόμενα σενάρια ξεχωριστά. Λόγω της παρουσίασής τους σε ξεχωριστά σενάρια δεν γίνονται φανεροί οι κόμβοι πιθανοτήτων και αποφάσεων που τα ενώνουν μεταξύ τους, κάτι που φαίνεται στο συνολικό δέντρο αποφάσεων. Το συνολικό δέντρο αποφάσεων το οποίο προκύπτει από την ένωση των επιμέρους, όπως και τα επιμέρους σενάρια σε μεγέθυνση, παραδίδονται σε ξεχωριστά σχέδια μαζί με την παρούσα εργασία.

### 1. Ομαλή διέλευση

Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζεται η εξέλιξη σεναρίων κατά τη διάρκεια της ομαλής διέλευσης ενός οδηγού μέσα από την εικονική σήραγγα. Η μόνη απόφαση που καλείται να πάρει ο χρήστης του παιχνιδιού είναι να ανάψει τα φώτα, να αφαιρέσει τα γυαλιά ηλίου και να ενεργοποιήσει το ραδιόφωνό του. Τη βέλτιστη αυτή απόφαση αποτελεί η απόφαση «B». Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις υπάρχουν μειονεκτήματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης τα οποία αναλύονται στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι το συγκεκριμένο σενάριο αποτελεί το μόνο στο οποίο εξετάζονται οι περιπτώσεις πέραν της απόφασης «B». Στα υπόλοιπα διαγράμματα θεωρείται δεδομένη απόφαση «B» καθώς η εξέταση όλων των υπολοίπων περιπτώσεων θα δημιουργούσε ένα ακόμα πιο δυσνόητο από το υπάρχον τελικό σχεδιάγραμμα. Κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού του εκπαιδευτικού παιχνιδιού, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προηγούμενη παρατήρηση και να διαμορφωθούν κατάλληλα όλα τα υπόλοιπα σενάρια (το μόνο που θα αλλάζει σε κάθε σενάριο είναι η ένταση του φωτισμού και το αν θα μπορεί ο χρήστης να λαμβάνει ή όχι μηνύματα μέσω του ραδιοφώνου.

Σενάριο τερματισμού στο συγκεκριμένο σχεδιάγραμμα αποτελεί η έξοδος από τη σήραγγα.

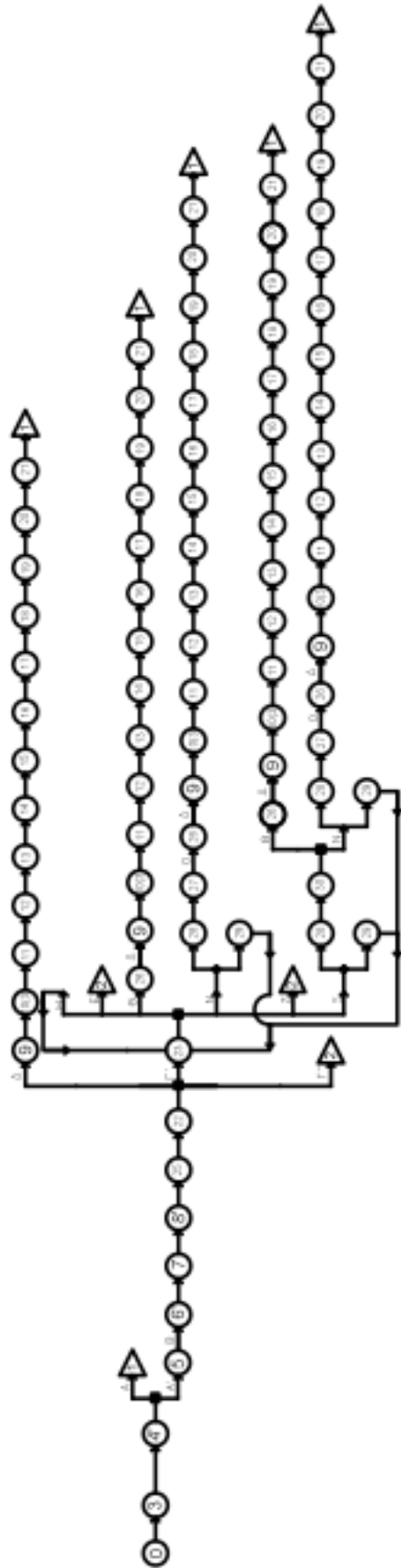


Εικόνα 14: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 1

## 2. Ειδοποίηση για εμπόδιο στην είσοδο της σήραγγας

Στο σενάριο αυτό ο χρήστης ειδοποιείται για την ύπαρξη εμποδίου στην είσοδο της σήραγγας. Το εμπόδιο αυτό επιλέχθηκε να είναι ένα υπέρυψο όχημα του οποίου ο χρήστης αγνόησε την αρχική σχετική σήμανση και κατευθύνθηκε προς την είσοδο της σήραγγας αναγκαζόμενος έτσι να σταματήσει λίγο πριν από αυτή.

Ο χρήστης καλείται να προσπεράσει προσεκτικά το σταματημένο όχημα, και να συνεχίσει ομαλά την πορεία του. Πιθανές λανθασμένες αποφάσεις που θα πρέπει να αποφύγει είναι η στάση στη μέση του δρόμου λόγω περιέργειας, η στάση και προσπάθεια αναστροφής ή πραγματοποίηση όπισθεν πορείας.



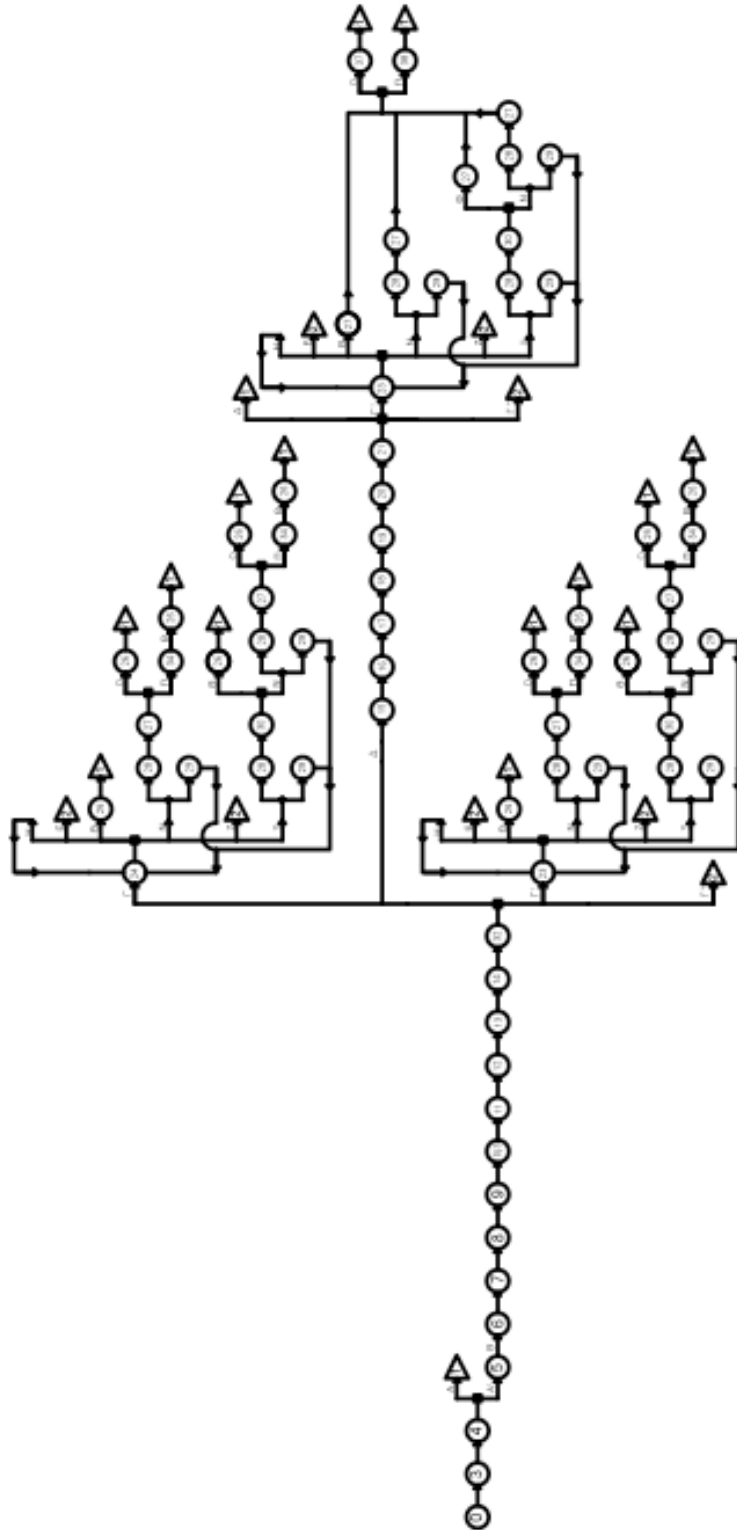
Εικόνα 15: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 2

### 3. Εμπόδιο μπροστά από το όχημα του οδηγού

Στο σενάριο αυτό, ο χρήστης βρίσκεται αντιμέτωπος με κάποιο ατύχημα στο οποίο δεν προκαλείται φωτιά. Όπως και όλα τα σενάρια που εξετάζονται, επιλέγεται να του «εμφανιστεί» λίγο πριν τον ειδικό χώρο στάθμευσης προκειμένου να του δίνεται η επιλογή να σταματήσει το όχημά του σε αυτό το σημείο.

Ενδειγμένη αντίδρασή του χρήστη είναι η προσπέραση με προσοχή και η ειδοποίηση του κέντρου ελέγχου αφού έχει εξέλθει από τη σήραγγα.

Πιθανές λανθασμένες αποφάσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε ατυχή κατάληξη αποτελούν η στάση του οχήματος στη μέση της λωρίδας κυκλοφορίας, η προσπάθεια αναστροφής ή όπισθεν πορείας.



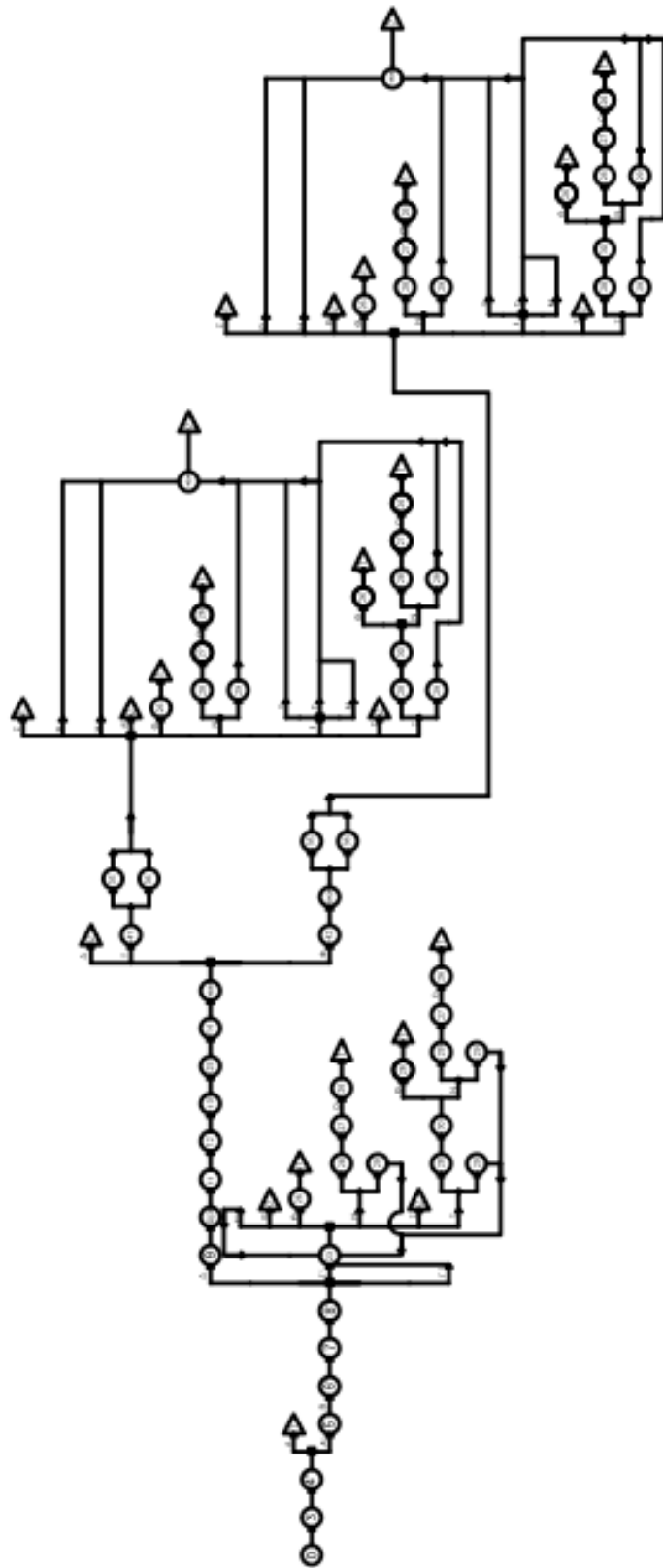
Εικόνα 16: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 3

4. Ειδοποίηση για φωτιά στο εσωτερικό της σήραγγας ενώ ο χρήστης βρίσκεται πριν την είσοδο

Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης ειδοποιείται μέσω μεταβλητών μηνυμάτων και σημάτων για την ύπαρξη φωτιάς στο εσωτερικό της σήραγγας. Τα μηνύματα που του δίνονται είναι αρκετά ώστε να πάρει την ενδεδειγμένη απόφαση και να επιλέξει εναλλακτική πορεία είτε να σταματήσει πριν την είσοδό του σε σήραγγα. Ωστόσο, αν επιλέξει λανθασμένα, του δίνεται η δυνατότητα να καταλάβει την κατάσταση που μπορεί να επικρατεί μέσα στη σήραγγα μετά από τέτοιες προειδοποιήσεις.

Σενάρια τερματισμού, πέρα από τα προαναφερθέντα αποτελούν, η αδράνεια σε περίπτωση εισόδου του στη σήραγγα, η προσπάθεια κατάσβεσης της φωτιάς ενώ αυτή βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο κ.α.

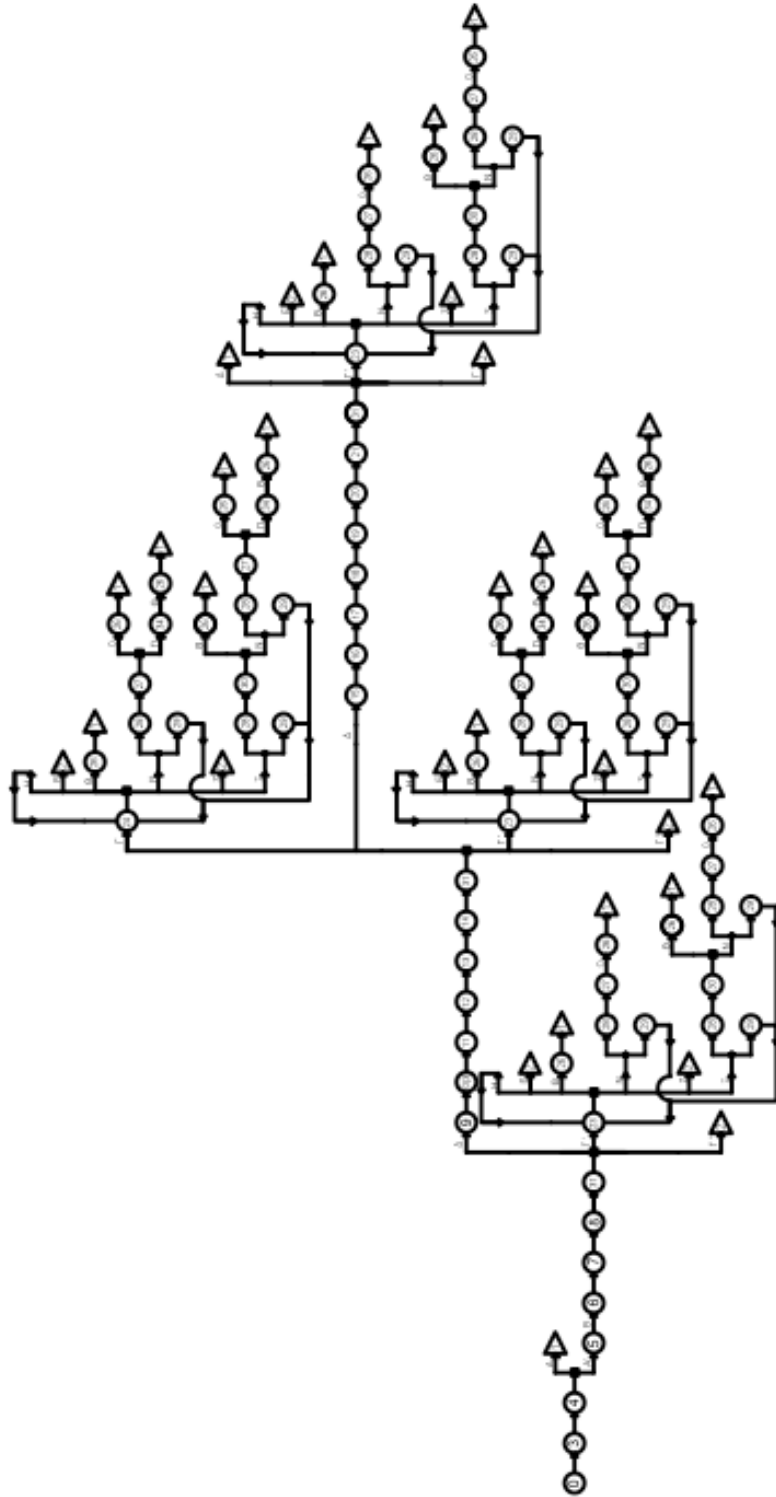




Εικόνα 17: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 4

## 5. Αδιαθεσία

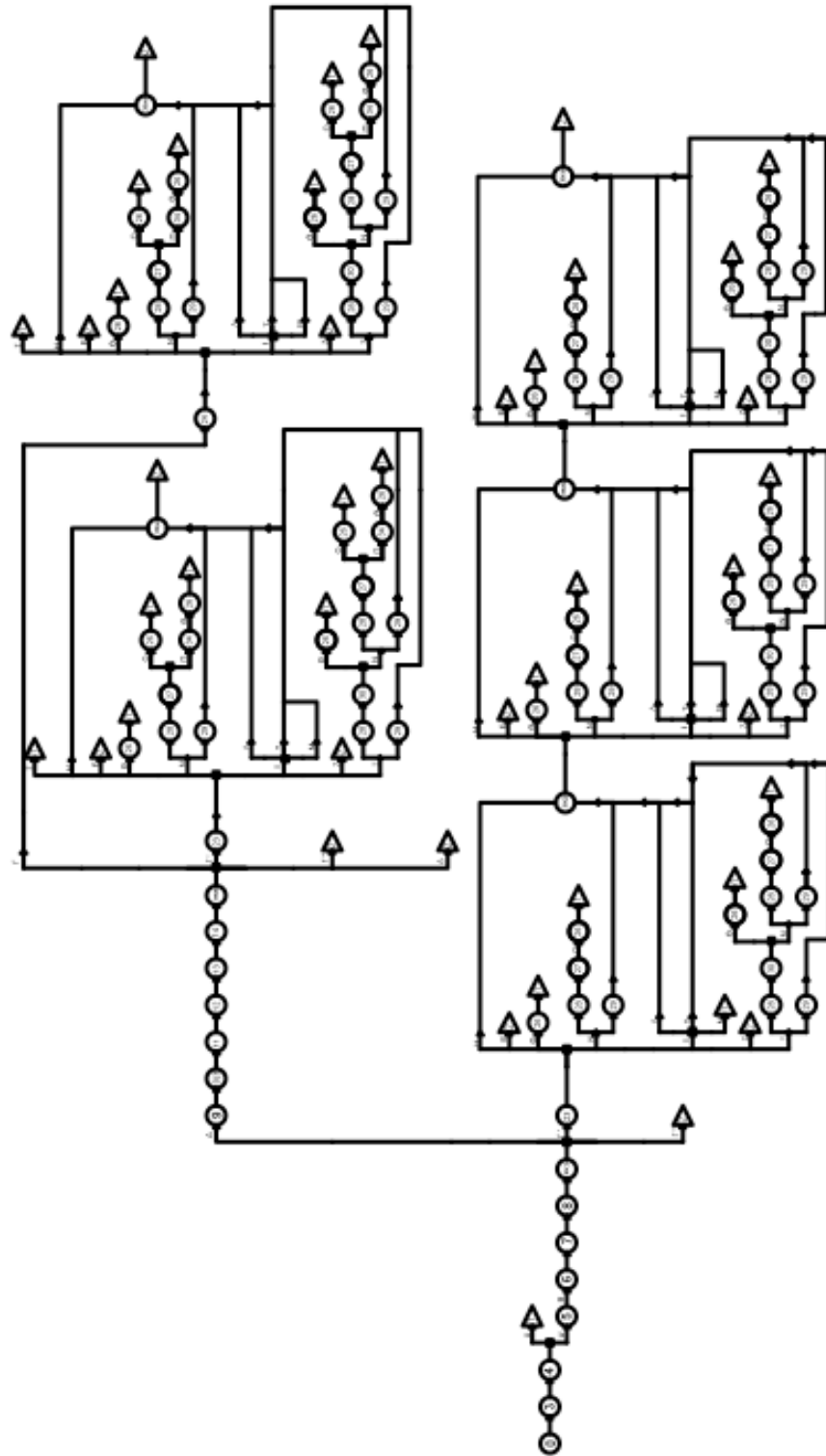
Σύμφωνα με το σενάριο αυτό, «δημιουργείται» στο χρήστη η ανάγκη να σταματήσει. Ο χρήστης μαθαίνει τις πιθανές συνέπειες λανθασμένου τρόπου στάθμευσης του οχήματός του εντός της σήραγγας. Του δίνεται επίσης η ευκαιρία να επικοινωνήσει με κάποιον υπεύθυνο. Ενδεικτική αντίδρασή του είναι είτε η επιλογή εναλλακτικής πορείας από την αρχή, είτε η στάση σε κατάλληλο σημείο εφόσον αυτό είναι αναγκαστικό και η επικοινωνία με το κέντρο ελέγχου μέσω του τηλεφώνου που βρίσκεται σε κάποιο Σταθμό Επείγουσας Ανάγκης.



Εικόνα 18: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 5

## 6. Φωτιά στο όχημα του χρήστη πριν την είσοδο στη σήραγγα

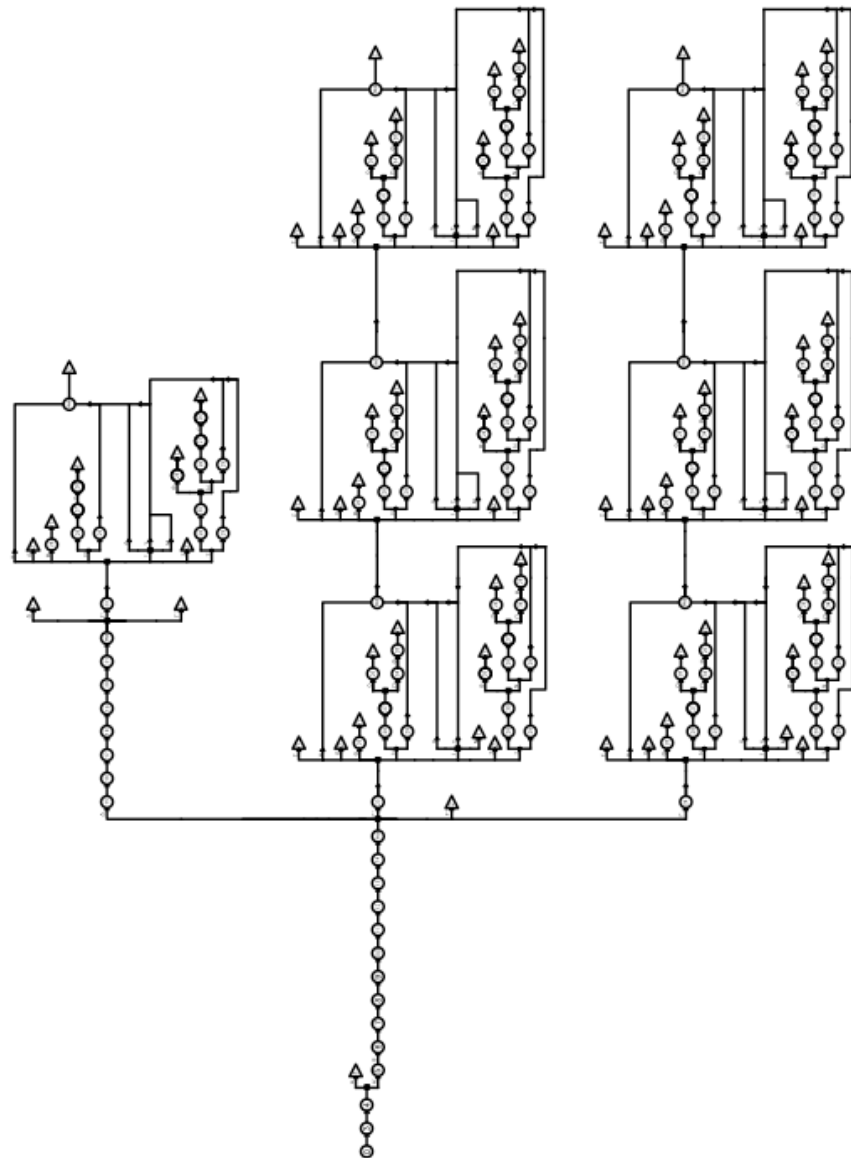
Σε αυτό το σενάριο, ο χρήστης έρχεται αντιμέτωπος με την έκλυση καπνού μέσα από το καπό του οχήματός του. Όταν κάτι τέτοιο συμβαίνει στο χρήστη πριν την είσοδό του στη σήραγγα, είναι απαραίτητη η στάση του σε ασφαλές σημείο πριν την είσοδο της σήραγγας. Στο χρήστη γίνονται φανερές οι συνέπειες της αντίθετης απόφασης οι οποία μπορεί να τον οδηγήσει σε πολύ επικίνδυνες καταστάσεις. Επίσης, δίνεται η ευκαιρία στο χρήστη να κατανοήσει τις συνέπειες που έχει πιθανή προσπάθεια κατάσβεσης της φωτιάς του οχήματός του σε περίπτωση που ο ίδιος δεν είναι εξοικειωμένος με κάτι τέτοιο.



Εικόνα 19: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 6

7. Φωτιά στο όχημα του χρήστη κατά τη διάρκεια διέλευσης μέσα από τη σήραγγα

Σε αυτό το σενάριο, ο χρήστης έρχεται αντιμέτωπος με το ενδεχόμενο της έκλυσης καπνού μέσα από το καπό του οχήματός του ενώ βρίσκεται στο εσωτερικό περιβάλλον της σήραγγας. Ενδεικτική αντίδραση σε αυτή την περίπτωση αποτελεί η προσπάθεια εξόδου μέσα από τη σήραγγα για την αποφυγή έκτακτου περιστατικού που να περιλαμβάνει και τους υπόλοιπους χρήστες.

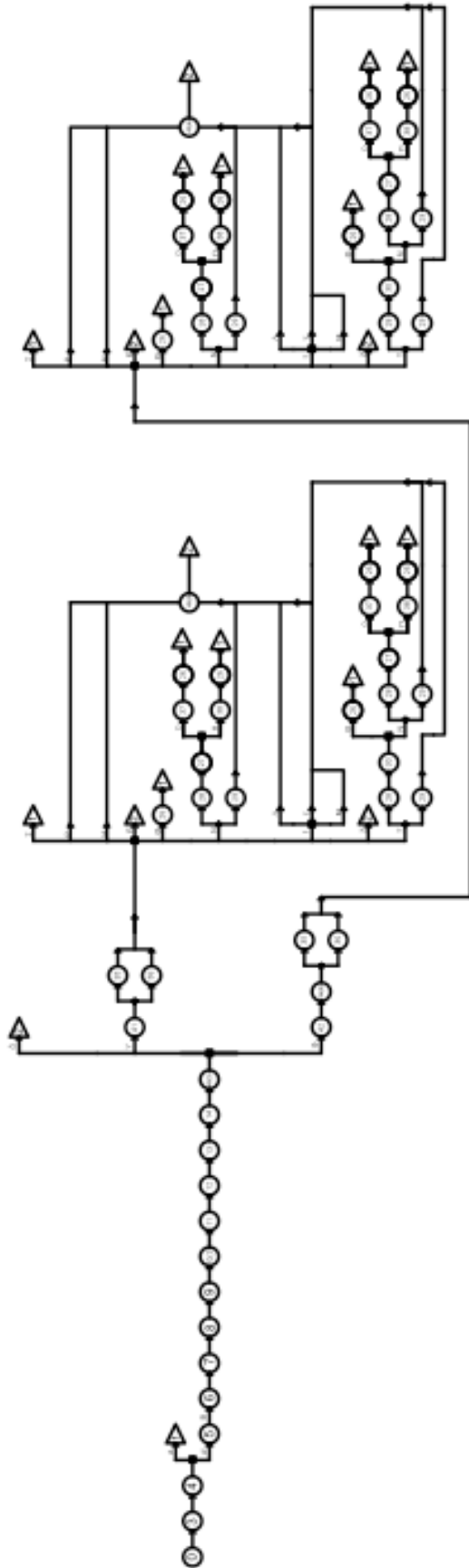


Εικόνα 20: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 7

#### 8. Ατύχημα με φωτιά μπροστά από το όχημα του οδηγού

Σε αυτό το σενάριο επιλέγεται ατύχημα που να περιλαμβάνει βαρύ όχημα με απαγορευμένο φορτίο. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης κατανοεί τις συνέπειες της αγνόησης της αντίστοιχης σήμανσης στην αρχή της σήραγγας. Καλείται να σταματήσει άμεσα το όχημά του όσο πιο μακριά από το χώρο του περιστατικού γίνεται και να εξέλθει άμεσα από τη σήραγγα μέσω των εξόδων κινδύνων. Σε περίπτωση διαφορετικών αποφάσεων γίνεται φανερές οι ολέθριες συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει το εξεταζόμενο σενάριο.





Εικόνα 21: Σχεδιάγραμμα σεναρίου 8

## 5 Συμπεράσματα

Η μοντελοποίηση της εξέλιξης σεναρίων κινδύνων κατά τη διάρκεια διέλευσης μέσα από μια οδική σήραγγα πραγματοποιήθηκε με απώτερο σκοπό τη δημιουργία εκπαιδευτικού παιχνιδιού ικανού να μεταδώσει γνώσεις σχετικές με την ασφαλή οδήγηση όσον αφορά τις οδικές σήραγγες.

Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στη συλλογή δεδομένων σχετικών με καταστάσεις που είναι πιθανό να συναντήσει ένας χρήστης μέσα σε μια οδική σήραγγα και επιλέχθηκαν τα κατάλληλα σενάρια η αντιμετώπιση των οποίων θα μπορούσε να έχει μια θετική επίδραση στην ευαισθητοποίηση ενός χρήστη σχετικά με το θέμα της ασφαλούς οδήγησης στις σήραγγες.

Επίσης, έγινε προσπάθεια για την επιλογή μικρού αριθμού σεναρίων που θα παρέχουν συνοπτικά τις απαραίτητες γνώσεις σε ένα πιθανό χρήστη του εκπαιδευτικού παιχνιδιού προκειμένου αυτός να μπορεί με ευκολότερο τρόπο να τις συγκρατήσει.

Την πιθανή δημιουργία του προαναφερθέντος εκπαιδευτικού παιχνιδιού κρίνεται απαραίτητο να ακολουθήσει μια έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα που αυτό θα έχει σχετικά με το στόχο της μετάδοσης γνώσεων.

Τέλος, θα πρέπει να γίνονται επαναλαμβανόμενες προσπάθειες για την ευαισθητοποίηση του πλήθους σχετικά με το κρίσιμο θέμα της ασφάλειας στις οδικές σήραγγες.

## 6 Βιβλιογραφία

- Anderson, J. R. (1982). "Acquisition of cognitive skill." Psychological Review **89:4**: 369-406.
- Bell, B. S. and S. W. J. Kozlowski (2008). "Active Learning: Effects of Core Training Design Elements on Self-Regulatory Processes, Learning, and Adaptability." Journal of Applied Psychology **93**: 296–316.
- Burke, L. A. and H. M. Hutchins (2007). "Training Transfer: An Integrative Literature Review." Human Resource Development Review **6:3**: 263-296.
- Burke, M. J., R. O. Salvador, K. Smith-Crowe, S. Chan-Serafin, A. Smith and S. Sonesh (2011). "The Dread Factor: How Hazards and Safety Training Influence Learning and Performance." Journal of Applied Psychology **96**: 46 –70.
- Crawford, C. (1982). The art of Computer Game Design. United States, McGraw-Hill/Osborne Media.
- de Quervain, D. J. F., B. Roozendaal and J. L. McGaugh (1998). "Stress and glucocorticoids impair retrieval of long-term spatial memory." Nature **394**(6695): 787-790.
- Haack, A. (2002). "Current safety issues in traffic tunnels " Tunnelling and Underground Space Technology, ELSEVIER **17**(2): 117–127.
- Huang, J. L. and J. K. Ford (2012). "Driving locus of control and driving behaviors: Inducing change through driver training." Transportation Research, ELSEVIER **15**(3): 358–368.
- Kazaras, K., K. Kirytopoulos and A. Rentizelas (2012). "Introducing the STAMP method in road tunnel safety assessment." Safety Science, ELSEVIER **50**(9): 1806–1817.
- Kinateder, M., P. Pauli, M. Müller, J. Krieger, F. Heimbecher, I. Rönna, U. Bergerhausen, G. Vollmann, P. Vogt and A. Mühlberger (2012). "Human behaviour in severe tunnel accidents: Effects of information and behavioural training." Transportation Research, ELSEVIER **17**: 20-32.
- Kirytopoulos, K., A. Rentizelas, I. Tatsiopoulos and G. Papadopoulos (2010). "Quantitative risk analysis for road tunnels complying with EU regulations." Journal of Risk Research, Taylor & Francis **13:8**: 1027-1041.
- Kuhlmann, S., M. Piel and O. T. Wolf (2005). "Impaired memory retrieval after psychosocial stress in healthy young men." J Neurosci **25**(11): 2977-2982.

- Marottoli, R. A., P. H. Ness, K. L. Araujo, L. P. Iannone, D. Acampora, P. Charpentier and P. Peduzzi (2007). "A randomized trial of an education program to enhance older driver performance." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **62**(10): 1113-1119.
- Papert, S. (1998). "Does Easy Do It? Children, Games, and Learning." Game Developer Magazine p. 88
- PIARC (2008b). Human Factors and Road Tunnel Safety Regarding Users. France, World Road Association.
- PIARC (2011). Recommendations Regarding Road Tunnel Drivers' Training and Information. France, World Road Association.
- Prensky, M. (2003). Digital Game-Based Learning.
- Romoser, M. R. and D. L. Fisher (2009). "The effect of active versus passive training strategies on improving older drivers' scanning in intersections." Hum Factors **51**(5): 652-668.
- Sitzmann, T. (2011). " A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. ." Personnel Psychology **64**(2): 489–528.
- Van Eck, R. (2006). "Digital Game- Based Learning - It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless." EDUCAUSE Review **41:2**: 16-30.
- Venezky, R. and L. Osin ( 1991). The intelligent design of computer-assisted instruction. NY, Longman.
- Wallet, G., H. Sauzeon, P. A. Pala, F. Larrue, X. Zheng and B. N'Kaoua (2011). "Virtual/real transfer of spatial knowledge: benefit from visual fidelity provided in a virtual environment and impact of active navigation." Cyberpsychol Behav Soc Netw **14**(7-8): 417-423.
- ΑΤΤΙΚΗ-ΟΔΟΣ. Retrieved 15/06/2013, from <http://www.aodos.gr/>.
- Δαλάκα, Ε., Ν. Σκίκος, Γ. Καπογιαννόπουλος and Κ. Καρλής (2011). Σχεδίαση, Ανάπτυξη και Διασφάλιση Ποιότητας Εκπαιδευτικού Λογισμικού Μαθημάτων Πληροφορικής. Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής, Ιωάννινα 1-3 Απριλίου, 252-265.
- ΕτΚ (2007). Προεδρικό Διάταγμα ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 230. **1**: 5089-5100.
- Παπαπαύλου, Π. (2012). Απαιτούμενες γνώσεις ασφάλειας των χρηστών οδικών σηράγγων. Αθήνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθούν τα ξεχώριστα σχέδια κάθε σεναρίου καθώς και το συνολικό σχεδιάγραμμα για τη μοντελοποίηση των σεναρίων εξέλιξης κινδύνων κατά τη διάρκεια οδήγησης εντός σηράγγων.

Για την επεξήγηση όλων των συμβολισμών χρησιμοποιούνται ο **Πίνακας 1** (σελ.64) ο **Πίνακας 2** (σελ.70) και ο **Πίνακας 3** (σελ.73).