

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ-ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ & ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ – ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ

Κ06: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΣΥΟ

Δημήτριος Τσανακτσίδης, Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός
Γεώργιος Χαραλάμπους, Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός

Επιβλέπων: Ευάγγελος Μπεκιάρης, Ερευνητής Β΄ ΙΜΕΤ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2004

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ΣΣΥΟ (Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού) αποτελούν μία νέα τεχνολογική καινοτομία στα οδικά δίκτυα, με κύριο σκοπό την αναβάθμιση του επιπέδου ασφάλειας και άνεσης του οδηγού. Ωστόσο, αν και καταρχήν αναμένονται θετικές επιδράσεις από τη χρήση τους, η μαζική εισαγωγή των διαφόρων τύπων τους στα δίκτυα θα πρέπει να πραγματοποιείται μόνο μετά από ενδελεχή αξιολόγησή τους ως προς παράγοντες όπως η ασφάλεια, η άνεση, η χρηστικότητα, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κυκλοφορία κλπ.

Το παρόν σύγγραμμα ασχολείται με το πεδίο της εν λόγω αξιολόγησης. Ειδικότερα, στο **Κεφάλαιο 1** λαμβάνει χώρα μία σύντομη ανασκόπηση των διαφόρων τύπων ΣΣΥΟ, με σκοπό την ενημέρωση και κατατόπιση του αναγνώστη σχετικά με τα είδη και τις λειτουργίες των εν λόγω συστημάτων.

Στο **Κεφάλαιο 2**, που αποτελεί τον πυρήνα του παρόντος, παρατίθενται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τις διάφορες κατηγορίες αξιολόγησης, τα κριτήρια, τους δείκτες ποσοτικοποίησής τους και τις μεθόδους μέτρησής τους, και εξετάζονται περαιτέρω οι κατηγορίες της τεχνικής αξιολόγησης, της αξιολόγησης ως προς ασφάλεια και αποδοχή από τους χρήστες, καθώς και της αξιολόγησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην κυκλοφορία. Επίσης, παρατίθενται ορισμένα στοιχεία σχετικά με τις πιλοτικές δοκιμές, που αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα σχεδόν κάθε διαδικασίας αξιολόγησης ΣΣΥΟ, και παρουσιάζεται η ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης του ερευνητικού προγράμματος ADVISORS.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρατίθεται μία σειρά από παραδείγματα πιλοτικών δοκιμών, με σκοπό την ενημέρωση του αναγνώστη σχετικά με τις διαδικασίες, το δείγμα συμμετεχόντων, το περιβάλλον οδήγησης, το σχεδιασμό και την υλοποίηση των εν λόγω πειραματικών δοκιμών αξιολόγησης.

Τέλος, στο **Παράρτημα** παρατίθεται μία σειρά από ερωτηματολόγια και κλίμακες μέτρησης διαφόρων μεγεθών που συναντώνται αρκετά συχνά στις διάφορες έρευνες αξιολόγησης ΣΣΥΟ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	3
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	5
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	6
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	8

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ - ΕΙΔΗ ΣΣΥΟ	12
1.1 Γενικά	12
1.2 Λειτουργία πριν από τη σύγκρουση.....	12
1.3 Λειτουργίες κατά τη σύγκρουση.....	14
1.4 Λειτουργίες μετά από τη σύγκρουση.....	14
1.5 Σύνοψη.....	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΣΥΟ	16
2.1 Εισαγωγή – Κατηγορίες αξιολόγησης	16
2.2 Κριτήρια, δείκτες, μέθοδοι μέτρησης	17
2.3 Τεχνική αξιολόγηση.....	22
2.4 Αξιολόγηση ΣΣΥΟ ως προς ασφάλεια	23
2.5 Αξιολόγηση αποδοχής ΣΣΥΟ - Άνεση και χρηστικότητα.....	27
2.6 Αξιολόγηση επιπτώσεων σε περιβάλλον και κυκλοφορία.....	29
2.7 Πιλοτικές δοκιμές	31
2.8 Προς μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης των ΣΣΥΟ	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΙΛΟΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	35
3.1 Εισαγωγή - Πιλοτικές δοκιμές ADVISORS	35
3.2 Δοκιμή LSS.....	37
3.3 Δοκιμή ACC	39
3.4 Δοκιμή DMS.....	41
3.5 Δοκιμή CW/LW.....	44
3.6 Δοκιμή Board Computer	45
3.7 Δοκιμή ACC-Stop & Go.....	47
3.8 Λοιπές αναφορές πιλοτικών δοκιμών	49
3.9 Σύνοψη.....	50

ΠΗΓΕΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51
---------------------------	-----------

ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ	52
------------------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΚΕΣ	54
--	-----------

KSS - Karolinska Sleepiness Scale (Reyner & Horne, 1998).....	55
---	----

RSME - Rating Scale Mental Effort (Zijlstra, 1993)	56
--	----

Usability Questionnaire (System Usability Scale, Brooke, 1996)	57
--	----

User Acceptance Scale (Van der Laan et al., 1997).....	58
--	----

Willingness to pay Questionnaire	59
--	----

User Profile Questionnaire.....	60
---------------------------------	----

Driving Quality Scale (Brookhuis, 1993)	61
---	----

Self-reported Comprehension Questionnaire.....	62
--	----

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης βάσει των απαιτήσεων και αναγκών των διαφόρων εμπλεκόμενων στην υλοποίηση και λειτουργία του ΣΣΥΟ (π.χ. κατασκευαστές, χρήστες, κοινωνία).....	18
Πίνακας 2.2: Παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης.....	18
Πίνακας 2.3: Παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης με τους αντίστοιχους δείκτες του.	19
Πίνακας 2.4: Προτεινόμενοι δείκτες κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS.	19
Πίνακας 2.5: Παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης με τους αντίστοιχους δείκτες και τη μέθοδο μέτρησής τους.	20
Πίνακας 2.6: Ορισμός βαθμολογίας δεικτών τεχνικής αστοχίας κατά τη μέθοδο FMEA.....	23
Πίνακας 3.1: Σύνοψη στοιχείων πιλοτικών δοκιμών ADVISORS.....	36

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Αλληλεπίδραση παραγόντων κατά την αξιολόγηση της αποδοχής των ΣΣΥΟ από τους χρήστες.....	28
Σχήμα 2.2: Μεθοδολογική προσέγγιση της αξιολόγησης επιπτώσεων σε περιβάλλον και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά, κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS.....	30
Σχήμα 2.3: Η ολοκληρωμένη καθολική μεθοδολογία αξιολόγησης ΣΣΥΟ του ερευνητικού προγράμματος ADVISORS.....	33

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1: Άποψη της ηλεκτρονικής εφαρμογής αξιολόγησης του HMI κατά τη μέθοδο ADAS QuickCheck του ADVISORS.	27
Εικόνα 3.1: Σύστημα BS και LW και αντίστοιχες προειδοποιήσεις.	37
Εικόνα 3.2: Ο προσομοιωτής VTI.....	39
Εικόνα 3.3: Σύστημα ELS και εικόνα λήψης.	42
Εικόνα 3.4: Οι προσομοιωτές σε περιβάλλον υπολογιστή και απομίμησης οχήματος.....	44
Εικόνα 3.5: Αριστερά υπολογιστής τύπου Board Computer 7 ^{ης} γενιάς και δεξιά 8 ^{ης} γενιάς.	46

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΟΣΚ	Ολικός Συντελεστής Κινδύνου
ΣΚ	Συντελεστής Κινδύνου
ΣΚΚ	Συντελεστής Κινδύνου Κατηγορίας
ΣΣΥΟ	Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού
ACC	Adaptive Cruise Control
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
BS	Blind Spot
CAM	Common Assessment Methodology
CO	Carbon Monoxide
CO ₂	Carbon Dioxide
CRT	Cathode Ray Tube
CW	Collision Warning
DMS	Driver Monitoring System
DWS	Driver Warning System
EECU	Eyelid Electronic Control Unit
EEG	Electroencephalogram
ELS	Eyelid Sensor
EOG	Electrooculogram
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
GSR	Galvanic Skin Response
HC	Hydrocarbons
HDM	Hypovigilance Diagnosis Module
HM	Hierarchical Manager
HMI	Human-Machine Interface
HTML	Hypertext Modeling Language
ISA	Intelligent Speed Adaptation
KSS	Karolinska Sleepiness Scale
LSS	Lateral Support System
LW	Lateral Warning
TLX	Task Load Index
NO _x	Nitric Oxides
OD	Origin-Destination
PDT	Peripheral Detection Task
RSF	Rating Scale Fatigue
RSME	Rating Scale Mental Effort
S & G	Stop & Go
SAGAT	Situation Awareness Global Assessment Technique
SART	Situation Awareness Rating Technique
SSS	Stanford Sleepiness Scale
SUS	System Usability Scale
SWORD	Subjective Workload Dominance
TLC	Time to Line Crossing
TRE	Traffic Risk Estimation
TTC	Time To Collision

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι μία από τις πλέον σύγχρονες εξελίξεις στο χώρο του αυτοκινήτου, και δη στα δίκτυα μεταφορών, συντελείται με την ανάπτυξη των *Σύγχρονων Συστημάτων Υποστήριξης Οδηγού*, ή, όπως είναι ευρύτερα γνωστά, *ΣΣΥΟ*. Η υλοποίηση των εν λόγω συστημάτων, που έχουν ήδη αρχίσει να κάνουν την εμφάνισή τους και αναμένεται να αποτελούν πλέον κοινό τόπο σε μερικά χρόνια, ξεκίνησε με σκοπό την υποβοήθηση του οδηγού στο αυτό καθ' εαυτό πολυσύνθετο και απαιτητικό έργο της οδήγησης, και ολοκληρώνεται με τη χρησιμοποίησή τους σε ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές, όπως η παρακολούθηση στόλου και η διαχείριση των συγκοινωνιακών δικτύων.

Από μία πρώτη και γρήγορη οπτική θεώρηση, κανείς θα μπορούσε εύκολα να ισχυριστεί ότι η εισαγωγή των ΣΣΥΟ, με τις συγκεκριμένες τους εφαρμογές και την αξιοποίηση της τεχνολογικής αιχμής, αναμένεται να προκαλέσει μία πραγματική επανάσταση, αναβαθμίζοντας πρωτίστως το επίπεδο οδικής ασφάλειας και κατά δεύτερο λόγο την άνεση του οδηγού. Ωστόσο, εμβαθύνοντας στην πρακτική της εφαρμογής τους, ανακύπτουν ορισμένες σοβαρές αντιρρήσεις. Δεδομένης και της αναμενόμενης ευρέως βαθμού διείσδυσής τους στα οδικά δίκτυα, εύλογα θα μπορούσε να αναρωτηθεί κανείς πρώτα από όλα για τις επιπτώσεις της εφαρμογής των ΣΣΥΟ στην ασφάλεια και στο φυσικό περιβάλλον του υπό ενιαία θεώρηση συστήματος μεταφορών, τη στιγμή που αναμένεται να επιβληθεί ουσιαστικά ένας νέος τρόπος αυτοκίνησης. Επίσης, κατά μία πιο απτή θεώρηση, είναι άγνωστη η επιρροή της λειτουργίας ενός ΣΣΥΟ στην αύξηση του φόρτου εργασίας του οδηγού, ενώ υπάρχουν περιπτώσεις όπου αποδεδειγμένα τα ΣΣΥΟ δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά δύσκολες καταστάσεις, ή και προκαλούν κωλύματα, ενώ το πεδίο λειτουργίας τους περιορίζεται υπό συγκεκριμένες συνθήκες του περιβάλλοντος της οδού. Ακόμη, είναι δυνατόν να ανακύψουν αμφιβολίες σχετικά με το κατά πόσο οι άμεσες επεμβάσεις στην κίνηση του οχήματος προκαλούν σύγχυση, ή είναι απλώς εκ των προτέρων μη αποδεκτές. Τέλος, ο μεγαλύτερος φόβος αφορά ίσως την κατάληξη σε μία κατάσταση όπου ολόκληρη η στρατιά των οδηγών θα έχει καταντήσει ένα παθητικό ανδρείκελο, επαφιόμενο ολοκληρωτικά στη λειτουργία του «πανέξυπνου» συστήματος και επαναπαυμένο στην ιδέα ότι στη χειρότερη περίπτωση το σύστημα θα αποσοβήσει μόνο του πάση θυσία το ατύχημα.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν απλά παραδείγματα που δείχνουν ότι τελικά είναι αυτή ακριβώς η επανάσταση των ΣΣΥΟ που αλλάζει το τοπίο και επιβάλλει μία νέα πραγματικότητα, όπου τόσο η άμεση εικόνα, όσο και οι παράπλευρες επιπτώσεις, δεν είναι και τόσο αυτονόητα. Η δε αξιοποίηση της τελευταίας λέξης της τεχνολογίας οδηγεί και αυτή με τη σειρά της στη, γνωστή και μοντέρνα πια, κρίση του φαινομένου της τεχνολογίας, με την αμφισβήτηση του ρόλου και της φιλοσοφίας της σε έναν κόσμο που κινδυνεύει να βασιστεί ολοκληρωτικά επάνω σε αυτήν.

Η απάντηση στα ως άνω προβλήματα του σύγχρονου τεχνολογικού γίνεσθαι δίνεται με την ανάπτυξη της λογικής της επονομαζόμενης Βιώσιμης ή Αειφόρου Ανάπτυξης, όπου η τεχνική και τεχνολογική εξέλιξη διαπνέονται από τη φιλοσοφία

διαχείρισης με κέντρο τον άνθρωπο και το περιβάλλον, καθώς και με την αποτίμηση κάθε νέας τεχνολογίας ως προς τον πραγματικό ρόλο που αναμένεται να διαδραματίζει κάθε φορά. Μοιραία, κατά τον ίδιο τρόπο θα πρέπει και τα Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού, ως μία επανάσταση που αλλάζει το τοπίο στο πεδίο της και που φέρνει την τεχνολογία στη λεπτή θέση της υποβοήθησης έως και υποκατάστασης του ανθρώπου για λογαριασμό του ίδιου του ανθρώπου, να αναπτυχθούν μέσα από την ίδια ακριβώς φιλοσοφία θεώρησης.

Η συγκεκριμένη θεώρηση της υλοποίησης των ΣΣΥΟ θα μπορούσε κανείς να διακρίνει ότι δύναται να μεριστεί σε επιμέρους άξονες, οι οποίοι αφορούν στο περιβάλλον και στην ενέργεια, στην ποιότητα του μεταφορικού δικτύου, στους χρήστες και σε όλους όσους εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα με την εφαρμογή των ΣΣΥΟ, καθώς και στην κοινωνία ως σύνολο. Έτσι, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι πραγματικές ανάγκες, ευαισθησίες και τα χαρακτηριστικά όλων των προαναφερθέντων «παικτών», οι βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες επιπτώσεις και ωφέλειες των υπό εξέταση συστημάτων επάνω τους, οι συσχετισμοί και οι συγκρούσεις μεταξύ τους, καθώς και το βάρος με το οποίο υπεισέρχεται ο ρόλος κάθε ενός από αυτούς στην όλη διαδικασία, σε συνάρτηση πάντοτε με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και τη βασική φιλοσοφία ανάπτυξης κάθε συστήματος σε κάθε κράτος¹. Όλες αυτές οι θεωρήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν με διάφορες στρατηγικές, μεθόδους και τεχνικές.

Το παρόν σύγγραμμα πραγματεύεται το αντικείμενο της *Αξιολόγησης των Σύγχρονων Συστημάτων Υποστήριξης Οδηγού*. Όπως μαρτυράει και η ετυμολογία του όρου, η *Αξιολόγηση των ΣΣΥΟ* αναφέρεται στην αποτίμηση της αξίας διαφόρων παραμέτρων του πεδίου λειτουργίας και του ρόλου των εν λόγω συστημάτων, αποτελεί δε μία από τις τεχνικές στα πλαίσια της προαναφερθείσας φιλοσοφίας ανάπτυξής τους. Με τη βοήθεια της διαδικασίας Αξιολόγησης είναι δυνατόν να διερευνηθεί η τεχνική απόδοση των ΣΣΥΟ, να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια, στο περιβάλλον και στην απόδοση και λειτουργία του οδικού δικτύου, να διαπιστωθεί ο βαθμός αποδοχής και κάλυψης των επιθυμιών των χρηστών, να αναλυθεί η επίδραση στις εκάστοτε κοινωνικές επιταγές.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η Αξιολόγηση αποτελεί μία διαδικασία που μπορεί και πρέπει να λαμβάνει χώρα σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και λειτουργίας των ΣΣΥΟ. Ήτοι, ξεκινώντας από τη φάση σχεδιασμού τους, ώστε να αποκρυσταλλώνεται η εικόνα των απαιτήσεων και επιθυμιών των «παικτών» που αναφέρθηκαν παραπάνω και να καθορίζονται εκ των προτέρων οι βασικές αρχές λειτουργίας του εκάστοτε υπό εξέταση συστήματος, συνεχίζοντας κατά τη διάρκεια ανάπτυξής τους, ώστε να ελέγχεται η σύμπτωση ή απόκλιση από την προδιαγεγραμμένη πορεία και να διορθώνονται ή επανακαθορίζονται τα χαρακτηριστικά του συστήματος, και, βέβαια, με την ολοκλήρωση κατά το στάδιο της λειτουργίας σε επίπεδο αγοράς, για την παρακολούθηση και εκτίμηση σε πραγματικό χρόνο και υπό πραγματικές συνθήκες του επιτευχθέντος επιπέδου και την αναπροσαρμογή των μελλοντικών στόχων.

Ειδικότερα όσον αφορά στο ανά χείρας, που πραγματοποιεί μία σύντομη αλλά ουσιαστική περιγραφή των διαφόρων παραμέτρων του πεδίου αξιολόγησης των ΣΣΥΟ, παρατίθενται τα διάφορα κριτήρια αξιολόγησης, δείκτες και μέθοδοι μέτρησής τους που είναι δυνατόν να συναντηθούν ανά κατηγορία αξιολόγησης, γίνεται μία αναφορά στις διαδικασίες σχεδιασμού των πιλοτικών δοκιμών αξιολόγησης, και περιγράφεται

¹ Για παράδειγμα, στη Σουηδία βασικός λόγος ανάπτυξης των ΣΣΥΟ είναι η οδική ασφάλεια μέσω του «Οράματος Μηδέν», ενώ σε κάποια άλλη περίπτωση, όπου κυριαρχούν προβλήματα συμφόρησης του οδικού δικτύου, μπορεί να ενδιαφέρει η ανάπτυξη με σκοπό τη βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής και την αναβάθμιση των δυνατοτήτων διαχείρισης του δικτύου.

η πρότυπη ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης του ερευνητικού προγράμματος ADVISORS. Η εν λόγω μεθοδολογία θέτει την αξιολόγηση ως μέρος της ολοκληρωμένης διαδικασίας σχεδιασμού και υλοποίησης ενός ΣΣΥΟ, ξεκινώντας από τη διερεύνηση των αναγκών των διαφόρων «παικτών», και καταλήγοντας στις στρατηγικές υλοποίησης, κάτι που αποτελεί και την πεμπτουσία της φιλοσοφίας αξιολόγησης σύμφωνα και με τα όσα αναπτύχθηκαν παραπάνω. Επίσης, παρατίθεται μία σειρά από παραδείγματα πιλοτικών δοκιμών αξιολόγησης που έχουν πραγματοποιηθεί, για την κατανόηση της σημασίας τους και των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα για την υλοποίησή τους, ενώ, τέλος, δίνεται και μία σειρά από ερωτηματολόγια και κλίμακες μέτρησης που συναντώνται συχνά στις διαδικασίες αξιολόγησης των ΣΣΥΟ.

Για τη συγγραφή του παρόντος χρησιμοποιήθηκε ως αποκλειστική πηγή το διαδίκτυο, καθώς έτσι δόθηκε η ευκαιρία για εύρεση εκτεταμένου όγκου πληροφοριών, και από πολλαπλές επιμέρους πηγές. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκαν τα έγγραφα και οι ιστοσελίδες των δικτυακών τόπων των ερευνητικών προγραμμάτων ADVISORS, STARDUST, AWAKE, GADGET, EVSC, INFATI, καθώς και διαφόρων λοιπών πιλοτικών δοκιμών, όπως της γαλλικής LAVIA και της σουηδικής δοκιμής του συστήματος ISA². Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εν λόγω δικτυακών τόπων δεν είχε ελεύθερα διαθέσιμες όλες τις έγγραφες αναφορές, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η εύρεση ορισμένων ενδιαφερόντων στοιχείων, όπως αυτά που αφορούν στη συλλογή δεδομένων των δοκιμών και τη στατιστική ανάλυσή τους.

² Η εύρεση των εν λόγω ιστοσελίδων πραγματοποιήθηκε κατά κύριο λόγο μέσα από διαδοχικούς δεσμούς άλλων ιστοσελίδων σχετικών με τα ΣΣΥΟ, καθώς η αναζήτηση από τις σχετικές μηχανές ήταν πρακτικά αδύνατον να οδηγήσει σε σοβαρά αποτελέσματα, ακόμη και με εξαιρετικά λεπτές αναζητήσεις, με πολλαπλές λέξεις-κλειδιά. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι όροι “ADAS” και “evaluation” συναντώνται σε πληθώρα επιστημονικών πεδίων, όπως η κτηνιατρική, η γεωπονία, το περιβάλλον κλπ., όπου το πλήθος των σχετικών ιστοσελίδων είναι πολύ μεγαλύτερο σε σχέση από το αντίστοιχο των ΣΣΥΟ για τις εν λόγω λέξεις-κλειδιά. Ο δε μεγαλύτερος αριθμός αποτελεσμάτων σχετικά με τα ΣΣΥΟ, οδηγούσε σε ιστοσελίδες με πολύ γενικές πληροφορίες σχετικά με αξιολόγηση, μη αξιοποιήσιμες για τις ανάγκες του παρόντος.

ΓΕΝΙΚΑ - ΕΙΔΗ ΣΣΥΟ

1.1 Γενικά

Ως ΣΣΥΟ (Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού) ή ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) ορίζονται τα συστήματα εκείνα τα οποία παρέχουν στον οδηγό χρήσιμες πληροφορίες ή υπηρεσίες κατά τη διαδρομή του, τη στιγμή που αυτός βρίσκεται μέσα στο όχημα. Μπορούν να διακριθούν σε συστήματα *εντός του οχήματος* και *επί της οδού*, όμως αντικείμενο μελέτης του παρόντος συγγράμματος αποτελεί η πρώτη κατηγορία.

Τα ΣΣΥΟ έχουν ως κύριους, αλλά όχι μοναδικούς, στόχους τη βελτίωση της ασφάλειας και της άνεσης του οδηγού. Μπορούν να διακριθούν σε:

- Συστήματα που βελτιώνουν την αντίληψη του οδηγού σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο
- Συστήματα που υποβοηθούν συγκεκριμένες κινήσεις, όπως προσπέρασμα ή ανίχνευση εμποδίου ή πεζού στον δρόμο, ώστε να υπάρχει αποτελεσματικότερη αντίδραση από τον οδηγό
- Συστήματα για αποφυγή επερχόμενων συγκρούσεων, όπως μετωπικές συγκρούσεις ή συγκρούσεις κατά την αλλαγή λωρίδας
- Συστήματα που προσαρμόζουν την ταχύτητα του οχήματος σύμφωνα με τα ανώτατα όρια της οδού ή την κατάσταση της κυκλοφορίας

Λαμβάνοντας σαν σημείο αναφοράς το χρονικό σημείο μίας σύγκρουσης, τα ΣΣΥΟ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αυτά που παρέχουν πληροφόρηση και υπηρεσίες πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από αυτήν. Με βάση αυτόν το διαχωρισμό θα αναφερθούν επιγραμματικά τα υπάρχοντα ΣΣΥΟ.

1.2 Λειτουργία πριν από τη σύγκρουση

1.2.1 Συστήματα Πλοήγησης και Ολοκληρωμένα Συστήματα Πλοήγησης

Είναι συστήματα που τοποθετούνται επί του οχήματος και έχουν σκοπό την πληροφόρηση του οδηγού για τη θέση του οχήματος στο δίκτυο και τη διαδρομή που ακολουθεί, καθώς επίσης και την υπόδειξη του βέλτιστου δρομολογίου. Τα πιο προχωρημένα συστήματα είναι δυναμικά και μπορούν να πληροφορούν ανάλογα με τις αλλαγές της κατάστασης στο δίκτυο. Το Ολοκληρωμένο Σύστημα Πλοήγησης, πέρα από την ενημέρωση και προειδοποίηση για πιθανά επικίνδυνα σημεία της οδού, υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, άμεσο κίνδυνο σύγκρουσης και ανεπαρκή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, μπορεί να εκτελεί και κάποιες ενέργειες αυτόματα, για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις.

1.2.2 Συστήματα παρακολούθησης κατάστασης οδηγού (DMS)

Αυτά είναι τα συστήματα όπου ο οδηγός παρακολουθείται μέσω κάμερας ή άλλων διατάξεων, για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται όσον αφορά την υγεία και την ενάργηιά του. Το σύστημα εντοπίζει ενδεχόμενο πρόβλημα του οδηγού και τον ειδοποιεί για την κατάσταση του, ώστε αυτός να λάβει τα κατάλληλα μέτρα. Τέτοια συστήματα είναι προφανές πως θα μπορούσαν να είναι πολύ χρήσιμα σε επαγγελματίες οδηγούς που περνούν πολλές ώρες στο όχημα.

1.2.3 Συστήματα παρακολούθησης κατάστασης και προσαρμογής του οχήματος

Τα συστήματα της πρώτης κατηγορίας αποτελούν διατάξεις που παρακολουθούν διάφορα χαρακτηριστικά και λειτουργίες του οχήματος, συμπληρώνοντας το πεδίο των ήδη υπάρχοντων δεικτών και μετρητών που ενημερώνουν τον οδηγό για την κατάσταση και τα τυχόν προβλήματα του οχήματος. Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από συστήματα προσαρμογής του οχήματος στα χαρακτηριστικά του οδηγού, μέσω ειδικής κάρτας καταγραφής. Η κάρτα εισάγεται κάθε φορά που αλλάζει ο οδηγός σε ένα όχημα που χρησιμοποιείται από κοινού από διάφορους χρήστες.

1.2.4 Συστήματα υποστήριξης κατά το διαμήκη άξονα

Οι βασικότεροι εκπρόσωποι της εν λόγω κατηγορίας είναι τα συστήματα ISA (Intelligent Speed Adaptation) και ACC (Adaptive Cruise Control)-Stop & Go. Το πρώτο αφορά στην ταχύτητα του οχήματος, έχοντας τη δυνατότητα υπόδειξης της σε σχέση με το τρέχον όριο ή την υπάρχουσα κατάσταση της οδού, ενώ σε περίπτωση υπέρβασης μπορεί και να επέμβει σε αυτήν με λειτουργίες αυτόματης πέδησης. Το ACC-Stop & Go αποτελεί ένα σύστημα προσαρμογής και διατήρησης της ταχύτητας, ώστε να εξασφαλίζεται μία σχετική απόσταση ασφάλειας από τα προπορευόμενα οχήματα.

1.2.5 Συστήματα υποστήριξης κατά τον εγκάρσιο άξονα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν συστήματα που αφορούν τα προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει ο οδηγός σε ενέργειες κατά τον εγκάρσιο άξονα της οδού. Τέτοια είναι συστήματα που διατηρούν τη θέση του οχήματος στη λωρίδα, ειδοποιούν τον οδηγό για επερχόμενη κλειστή στροφή που μπορεί να προκαλέσει απόκλιση του οχήματος από την πορεία του, συστήματα ειδοποίησης υπάρχοντος εμποδίου στα πλάγια του οχήματος και κινδύνου ατυχήματος κατά την αλλαγή λωρίδας, όπως επίσης και συστήματα που εντοπίζουν τα τυφλά σημεία γύρω από το όχημα, βελτιώνοντας την αντίληψη του οδηγού σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο.

1.2.6 Συστήματα γενικού ελέγχου

Στην εν λόγω κατηγορία ανήκουν τα συστήματα αυτόματης οδήγησης μίας αλυσίδας δύο ή περισσότερων οχημάτων, συνήθως φορτηγών, όπου στο πρώτο από αυτά υπάρχει οδηγός και τα υπόλοιπα, ηλεκτρονικά συζευγμένα, κινούνται αυτόματα. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται, επίσης, και συστήματα υποστήριξης του οδηγού κατά την προσπέραση, δίνοντάς του τις απαραίτητες πληροφορίες για την κατάσταση πίσω και στα πλάγια του οχήματος.

1.2.7 Συστήματα αποφυγής συγκρούσεων

Τα εν λόγω συστήματα ανιχνεύουν καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε συγκρούσεις, όπως σε διασταυρώσεις και σιδηροδρομικές γραμμές, ή σε ατυχήματα με πεζούς και ξαφνικά εμπόδια. Τα συστήματα αυτά ειδοποιούν τον οδηγό, ενώ κατά περίπτωση μπορούν και να επέμβουν αυτόνομα στο όχημα, προς αποφυγή του ατυχήματος.

1.2.8 Συστήματα βελτίωσης αντίληψης του χώρου

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν συστήματα που παρέχουν στον οδηγό μία βελτιωμένη άποψη της περιβάλλουσας κατάστασης. Υπάρχουν συστήματα που βελτιώνουν την ορατότητα του οδηγού σε δυσμενείς καταστάσεις καιρού και φωτισμού, που ανιχνεύουν τυφλά σημεία γύρω από το όχημα, ενώ υπάρχουν και ηλεκτρονικοί καθρέφτες βασισμένοι σε κάμερες και ραντάρ, καθώς και δυνατότητες υποβοήθησης για όπισθεν πορεία και παρκάρισμα.

1.2.9 Συστήματα επικοινωνίας μηχανήματος-οδηγού

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν συστήματα που αφορούν σε αυτόματες συναλλαγές, όπως σε διόδια, καθώς και συστήματα ενημέρωσης του οδηγού για συνθήκες κίνησης επί της οδού. Επίσης, εντός του οχήματος τα συστήματα αυτής της κατηγορίας που απαντώνται είναι αυτά της αναγνώρισης του οδηγού από το όχημα, όπως και τροποποίησης σε διάφορες λειτουργίες του οχήματος, ώστε οι τελευταίες να μπορούν να γίνονται αυτόματα, χωρίς να απαιτείται η απόσπαση της προσοχής του οδηγού από το δρόμο και το τιμόνι.

1.3 Λειτουργίες κατά τη σύγκρουση

Τα εν λόγω συστήματα αφορούν κυρίως σε πιο έξυπνες αντιδράσεις από το όχημα κατά τη διάρκεια ενδεχόμενης σύγκρουσης, εκτιμώντας τη σοβαρότητα της σύγκρουσης και ελέγχοντας ανάλογα διάφορες ενέργειες του οχήματος. Επίσης, μπορούν να διαπιστώνουν τις συνθήκες του οχήματος αναφορικά με τους επιβάτες, ανοίγοντας, για παράδειγμα, μόνο τους απαραίτητους αερόσακους.

1.4 Λειτουργίες μετά από τη σύγκρουση

Τέτοια συστήματα έχουν να κάνουν με την αυτόματη ειδοποίηση των αρμόδιων φορέων για το ατύχημα που έχει λάβει χώρα. Πολλά τέτοια συστήματα μελετώνται από τις κατασκευάστριες εταιρίες και χρησιμοποιούν την τηλεματική και άλλες τεχνολογίες, όπως το τηλέφωνο, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο άμεση η ενημέρωση και εντοπισμός του ατυχήματος για γρήγορη επέμβαση.

1.5 Σύνοψη

Όπως γίνεται αντιληπτό, τα ΣΣΥΟ που υπάρχουν ή ερευνώνται καλύπτουν ένα πολύ ευρύ φάσμα λειτουργιών με φιλόδοξες βλέψεις. Το ερώτημα είναι κατά

πόσο τα συστήματα αυτά είναι αξιόπιστα και μπορεί ο κάθε οδηγός να βασιστεί σε αυτά και να τα εμπιστευτεί. Γι' αυτό το λόγο, στο πλαίσιο της υλοποίησης των ΣΣΥΟ ένα πολύ μεγάλο κομμάτι αφορά στην αξιολόγηση του κάθε συστήματος και στο κατά πόσο η αγορά είναι διατεθειμένη να τα αποδεχθεί.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΣΥΟ

2.1 Εισαγωγή – Κατηγορίες αξιολόγησης

Η αξιολόγηση αποτελεί ένα ουσιώδες και καθοριστικό στάδιο κατά την ανάπτυξη οποιουδήποτε συστήματος ή υπηρεσίας, καθώς επιτρέπει τον έλεγχο του προκαθορισμένου χαρακτήρα και των στόχων που τέθηκαν εξ αρχής. Έτσι, κατά τον ίδιο τρόπο και στην περίπτωση των Σύγχρονων Συστημάτων Υποστήριξης Οδηγού η αξιολόγηση καθίσταται μία αναπόδραστη διεργασία, δεδομένου και του λεπτού ρόλου που αναμένεται να διαδραματίσει η εισαγωγή τους στα οδικά δίκτυα.

Όπως αναπτύχθηκε και στην Εισαγωγή, η αξιολόγηση ενός ΣΣΥΟ αποτελεί μία διαδικασία εκτίμησης του ρόλου και των επιπτώσεων της λειτουργίας του, καθώς και της εικόνας που αντιλαμβάνονται οι εμπλεκόμενοι σε αυτήν. Καθώς υφίσταται ένα μεγάλο εύρος αντίστοιχων παραγόντων που χρίζουν αξιολόγησης, είναι αναγκαία η υιοθέτηση και διακριτοποίηση μίας σειράς κριτηρίων και δεικτών που επιτρέπουν την **ποσοτική αποτίμηση** της λειτουργίας του υπό εξέταση ΣΣΥΟ, ώστε τα αποτελέσματα της αξιολόγησης να είναι πάντοτε χρηστικά και άμεσα συγκρίσιμα, αν και δεν αποκλείεται και η χρήση ποιοτικών κριτηρίων.

Για την εξασφάλιση της πλήρους κάλυψης των επιθυμητών στόχων από τα κριτήρια που τίθενται κάθε φορά, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι οι **θεμελιώδεις κατηγορίες αξιολόγησης**, από τις οποίες εξαρτώνται τα κριτήρια, μπορούν να διακριθούν στις εξής:

- **Τεχνική αξιολόγηση:** Απόδοση και αξιοπιστία συστήματος
- **Αξιολόγηση επιπτώσεων:** Επιπτώσεις σε ασφάλεια, περιβάλλον, απόδοση δικτύου, οδική συμπεριφορά, κατανομή κατά μέσο
- **Αξιολόγηση αποδοχής από χρήστες:** Απόψεις χρηστών, προτιμήσεις τους και διάθεσή τους για πληρωμή
- **Κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση:** Κόστος και ωφέλειες για την κοινωνία, από την υλοποίηση του συστήματος
- **Αξιολόγηση αγοράς:** Ζήτηση και προσφορά
- **Οικονομική αξιολόγηση:** Κόστος και απόδοση επένδυσης

Ειδικότερα, η **τεχνική αξιολόγηση** έχει ως σκοπό την εξακρίβωση του κατά πόσο πληρούνται οι τεχνικές προδιαγραφές, καθώς και τον καθορισμό της βέλτιστης τεχνικής λύσης για το σύστημα. Η **αξιολόγηση των επιπτώσεων** αναφέρεται στη μέτρηση ή εκτίμηση των επιπτώσεων από τη χρήση του ΣΣΥΟ, στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιώντας αναλύσεις τύπου «πριν-μετά». Μπορεί να βασιστεί στα αποτελέσματα δοκιμών πεδίου, προσομοιώσεων ή της τεχνικής αξιολόγησης. Η **αξιολόγηση της αποδοχής από τους χρήστες** έχει στόχο την εκτίμηση των απόψεων και της οπτικής θεώρησης των χρηστών, για παράδειγμα μέσα από ερωτηματολόγια ή συνεντεύξεις. Τέλος, η **κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση** λαμβάνει χώρα με σκοπό

την εκτίμηση του κοινωνικού οφέλους ή επιβάρυνσης από την υλοποίηση των ΣΣΥΟ, συνήθως μετά από σύγκριση με την υπάρχουσα κατάσταση, ή και με εναλλακτικές τεχνικές. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλοι δείκτες, συμπεριλαμβανομένων των άμεσων και έμμεσων κοστών και ωφελειών, αλλά και αντίστοιχοι μη μονεταριστικοί, εφόσον κρίνεται απαραίτητο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι κατηγορίες αξιολόγησης δεν είναι εντελώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλά αλληλοσυνδέονται. Έτσι, η πραγματοποίηση της κοινωνικο-οικονομικής αξιολόγησης απαιτεί τα εξαγόμενα της ανάλυσης επιπτώσεων, ενώ η αποδοχή από τους χρήστες αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αξιολόγηση αγοράς. Επιπλέον, διάφορες κατηγορίες αξιολόγησης μπορεί να προβάλλουν κοινές απαιτήσεις σε δεδομένα.

Οι κατηγορίες αξιολόγησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για τον ορισμό, όσο και για την κατηγοριοποίηση των διάφορων κριτηρίων αξιολόγησης. Τα εν λόγω κριτήρια, όπως και οι δείκτες και οι μέθοδοι μέτρησής τους, περιγράφονται αναλυτικότερα στη συνέχεια του παρόντος Κεφαλαίου.

2.2 Κριτήρια, δείκτες, μέθοδοι μέτρησης

Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης ενός ΣΣΥΟ, πρωταγωνιστικό ρόλο διαδραματίζουν τρεις ιεραρχημένοι παράγοντες:

- **Τα κριτήρια αξιολόγησης**, που είναι οι βασικές παράμετροι αξιολόγησης,
- **Οι δείκτες μέτρησης των κριτηρίων**, που αποτελούν τους απτούς εκτιμητές των κριτηρίων, και
- **Οι μέθοδοι μέτρησης των δεικτών**, που καθορίζουν την τεχνική μέτρησης κάθε δείκτη. Κάθε μέθοδος μέτρησης αποτελεί μέρος μίας **πειραματικής διαδικασίας**, αξιοποιώντας συγκεκριμένα **εργαλεία** υπό κάποιο συγκεκριμένο **πειραματικό περιβάλλον**.

Η επιλογή όλων των παραπάνω παραγόντων είναι πρώτιστης σημασίας για τη διαδικασία αξιολόγησης και θα πρέπει να λαμβάνει χώρα εκ των προτέρων. Επίσης, θα πρέπει να υπάρχει επαρκής συντονισμός μεταξύ των δεικτών, μεθόδων μέτρησης και μεθόδων συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, ειδικά σε περιπτώσεις όπου στη διαδικασία αξιολόγησης εμπλέκονται περισσότερα ερευνητικά κέντρα.

2.2.1 Κριτήρια αξιολόγησης

Στη διαδικασία αξιολόγησης των ΣΣΥΟ, τα **κριτήρια αξιολόγησης** αποτελούν ουσιαστικά τους βασικούς άξονες που καθορίζουν τα αντικείμενα της αξιολόγησης. Τα κριτήρια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει των θεμελιωδών κατηγοριών που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη Παράγραφο και η επιλογή τους αποτελεί μία από τις πιο βασικές διεργασίες κατά την αξιολόγηση ενός ΣΣΥΟ.

Έτσι, τα κριτήρια θα πρέπει να βασίζονται τόσο στο είδος και τη λειτουργία του αυτού καθ' εαυτού υπό εξέταση ΣΣΥΟ, όσο και στις απαιτήσεις και ανάγκες των εμπλεκόμενων στην υλοποίηση και λειτουργία τους (π.χ. κατασκευαστές, χρήστες, κοινωνία). Σημειώνεται, πάντως, ότι τα κριτήρια δεν ταυτίζονται απαραίτητα με τους στόχους που τίθενται κατά το σχεδιασμό του συστήματος, ώστε να θεωρηθεί ότι μέσω αυτών διερευνάται ο βαθμός επιτυχίας τους. Το εν λόγω σχήμα συνοψίζεται στον **Πίνακα 2.1**.

Πίνακας 2.1: Επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης βάσει των απαιτήσεων και αναγκών των διαφόρων εμπλεκόμενων στην υλοποίηση και λειτουργία του ΣΣΥΟ (π.χ. κατασκευαστές, χρήστες, κοινωνία).

Κατηγορία Αξιολόγησης	Εμπλεκόμενοι	Κριτήρια Αξιολόγησης
Τεχνική Αξιολόγηση	1	1
	2	2

	n	n
Αξιολόγηση Επιπτώσεων	1	1
	2	2

	n	n
Αξιολόγηση Αποδοχής από Χρήστες	1	1
	2	2

	n	n
Κοινωνικοοικονομική Αξιολόγηση	1	1
	2	2

	n	n

Στον **Πίνακα 2.2** δίνεται ένα παράδειγμα κριτηρίου. Η κοινωνία, ως άμεσα εμπλεκόμενος στην ανάπτυξη ενός ΣΣΥΟ, προβάλλει ως ένα από τα κριτήρια που την αφορούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και ειδικότερα τις εκπομπές αερίων ρύπων, το θόρυβο και την ενέργεια.

Πίνακας 2.2: Παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης.

Εμπλεκόμενος	Κατηγορία Αξιολόγησης	Κριτήριο	Υποκριτήρια
Κοινωνία	Αξιολόγηση Επιπτώσεων	Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	Εκπομπές
			Θόρυβος
			Ενέργεια

Επαναλαμβάνεται ότι τα κριτήρια εξαρτώνται και από το είδος του συστήματος που αναπτύσσεται. Έτσι, για ένα σύστημα DMS (Driver Monitoring System) βασικής σημασίας είναι τα κριτήρια που σχετίζονται με την ασφάλεια, ενώ κριτήρια σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον δεν ενδιαφέρουν, αφού τα εν λόγω συστήματα δεν έχουν καμία σχετική επίπτωση. Αντιθέτως, για ένα σύστημα ACC (Adaptive Cruise Control), το οποίο αναμένεται να επηρεάσει μακροσκοπικά την κυκλοφοριακή ροή, άρα και τις πάσης φύσεως εκπομπές, τα περιβαλλοντικά κριτήρια είναι ανοιχτά.

2.2.2 Δείκτες κριτηρίων

Για την ποσοτικοποίηση και εκτίμηση του κάθε κριτηρίου αξιολόγησης, αξιοποιούνται διάφοροι **δείκτες**. Οι δείκτες, επομένως, χρησιμοποιούνται για την απτή εκτίμηση του αν και κατά πόσο κάποιο κριτήριο επιτυγχάνεται, προσφέροντας μία συγκεκριμένη κλίμακα μέτρησης για λογαριασμό του. Συνήθως οι δείκτες αποτελούν ποσοτικά μεγέθη, χωρίς να αποκλείονται και οι ποιοτικοί δείκτες.

Τονίζεται ότι για την εκτίμηση ενός συγκεκριμένου κριτηρίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι του ενός δείκτες, ενώ ένας συγκεκριμένος δείκτης μπορεί να εκφράζει περισσότερα του ενός κριτήρια.

Στον **Πίνακα 2.3** δίνονται οι αντίστοιχοι δείκτες εκτίμησης των κριτηρίων του παραδείγματος του Πίνακα 2.2. Τα γενικής φύσεως κριτήρια των εκπομπών, του

θορύβου και της ενέργειας συγκεκριμενοποιούνται με τη βοήθεια των δεικτών αερίων ρύπων, επιπέδου θορύβου και κατανάλωσης καυσίμου, αντίστοιχα. Από εκεί και πέρα μένει να μετρηθούν οι αντίστοιχοι αναμενόμενοι δείκτες με κάποια μεθοδολογία μέτρησης, όπως αναπτύσσεται παρακάτω.

Πίνακας 2.3: Παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης με τους αντίστοιχους δείκτες του.

Εμπλεκόμενος	Κατηγορία Αξιολόγησης	Κριτήριο	Υποκριτήρια	Δείκτες
Κοινωνία	Αξιολόγηση Επιπτώσεων	Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	Εκπομπές	HC, CO, CO ₂ , NO _x κλπ.
			Θόρυβος	Επίπεδο θορύβου (dB)
			Ενέργεια	Κατανάλωση καυσίμου

Στον **Πίνακα 2.4** δίνεται μία σειρά από προτεινόμενους δείκτες σχετικά με ασφάλεια, άνεση και αποδοχή, σύμφωνα με το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS.

Πίνακας 2.4: Προτεινόμενοι δείκτες κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS.

Περιοχή μέτρησης	Επιλογή	Δείκτης
Απόδοση έργου οδήγησης (Task Performance)	Κρίσιμοι	-Χρόνος δοκιμής με και χωρίς το ΣΣΥΟ -Σφάλματα κατά τη χρήση
	Προαιρετικοί	-Κατανάλωση καυσίμου -Αριθμός εμπλοκών / ατυχημάτων -Κλπ.
Απόδοση οδηγού (Driver Performance)	Κρίσιμοι	-Ταχύτητα (μέση και τυπική απόκλιση) -Εγκάρσια θέση (μέση και τυπική απόκλιση)
	Προαιρετικοί	-Τυπική απόκλιση κινήσεων τιμονιού -Χρονικός διαχωρισμός οχημάτων -TTC -TLC -Ισχύς επιβράδυνσης -Κλπ.
Πνευματικός φόρτος (Mental Workload)	Κρίσιμοι	-RSME
	Προαιρετικοί	-NASA TLX -SWAT -MHC -Σφυγμοί (και μεταβλητότητα) -Συχνότητα βλεφαρισμών -Λοιποί δείκτες
Χρηστικότητα (Usability)	Κρίσιμοι	-Ερωτηματολόγιο Χρηστικότητας (Usability Questionnaire)
	Προαιρετικοί	-Κλίμακα Ποιότητας Οδήγησης (Driving Quality Scale) -Λοιπά Ερωτηματολόγια Χρηστικότητας
Αποδοχή από χρήστες (User Acceptance)	Κρίσιμοι	-Κλίμακα αποδοχής από χρήστες (User Acceptance Scale)
	Προαιρετικοί	-Λοιπές κλίμακες αποδοχής
Διάθεση πληρωμής (Willingness to pay)	Κρίσιμοι	-Ερωτηματολόγιο διάθεσης για πληρωμή (Willingness to pay Questionnaire)
	Προαιρετικοί	-Λοιπά ερωτηματολόγια
Προφίλ χρηστών (User Profile)	Κρίσιμοι	-Ερωτηματολόγιο προφίλ χρηστών (User Profile Questionnaire)
	Προαιρετικοί	-Λοιπά ερωτηματολόγια

2.2.3 Μέθοδοι μέτρησης, εργαλεία και περιβάλλοντα

Οι **μέθοδοι μέτρησης** των δεικτών αποτελούν τις τεχνικές που εκτιμούν στην πράξη το απαιτούμενο μέγεθος που εκφράζει το δείκτη του κριτηρίου αξιολόγησης.

Οι μετρήσεις λαμβάνουν χώρα πάντοτε κάτω από πειραματικές συνθήκες, σε κάποιο συγκεκριμένο *περιβάλλον*, και αξιοποιούν διάφορα *εργαλεία* για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου μέτρησης εξαρτάται από το είδος του μετρούμενου δείκτη.

Στον **Πίνακα 2.5** δίνεται μία ενδεικτική αντίστοιχη μέθοδος μέτρησης για το προαναφερθέν παράδειγμα των Πινάκων 2.2 και 2.3.

Πίνακας 2.5: Παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης με τους αντίστοιχους δείκτες και τη μέθοδο μέτρησής τους.

Κριτήριο	Υποκριτήρια	Δείκτες	Μέθοδος μέτρησης
Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	Εκπομπές	HC, CO, CO ₂ , NO _x κλπ.	Μικροσκοπικό μοντέλο προσομοίωσης
	Θόρυβος	Επίπεδο θορύβου (dB)	
	Ενέργεια	Κατανάλωση καυσίμου	

Ως **βασικές αρχές** για την επιλογή των κατάλληλων μεθόδων μέτρησης κατά την αξιολόγηση των ΣΣΥΟ, μπορούν να αναφερθούν οι παρακάτω:

- Οι μέθοδοι θα πρέπει να είναι αξιόπιστες και ελεγμένες ως προς την εγκυρότητά τους πριν από την ενδελεχή τους χρήση.
- Οι μέθοδοι που επιλέγονται θα πρέπει να μην παρεμποδίζουν ή παρενοχλούν την αντίστοιχη μέτρηση σχετικών δεικτών υπό την έννοια της αλλοίωσης πραγματικών δεδομένων. Για παράδειγμα, μία μέθοδος μέτρησης πνευματικού φόρτου κατά την οδήγηση δεν θα πρέπει η ίδια να προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση στον εν λόγω φόρτο.
- Θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη ευαισθησία, ώστε να απεικονίζονται και μικρές ακόμη μεταβολές του δείκτη.
- Επιπροσθέτως των προηγούμενων, η επιλογή των μεθόδων μέτρησης επηρεάζεται και από πρακτικούς παράγοντες, όπως το κόστος, η διαθεσιμότητα εργαλείων και περιβαλλόντων, ή ο απαιτούμενος χρόνος και εξοπλισμός για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων.

Για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων οι μέθοδοι μέτρησης μπορούν να αξιοποιήσουν μία σειρά από διάφορα *εργαλεία*, με διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για έκαστο, όπως τα παρακάτω:

- **Βιντεοσκόπηση:** Η καταγραφή εικόνας δύναται να αποτελέσει μία χρήσιμη μέθοδο για την αντίστοιχη καταγραφή της συμπεριφοράς του οδηγού κατά τη διάρκεια των δοκιμών. Ωστόσο, οι οδηγοί ενίοτε βρίσκουν ενοχλητική την καταγραφή τους από κάμερες, ενώ και η ανάλυση της εικόνας είναι υποκειμενική και χρονοβόρα.
- **Καταγραφή οφθαλμών:** Η χρήση καταγραφέα οφθαλμών αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο για την καταγραφή της οπτικής συμπεριφοράς του οδηγού, η οποία με τη σειρά της μπορεί να προσφέρει ενδείξεις για την ενάργεια και το φόρτο του. Ωστόσο, απαιτείται εξοπλισμός υψηλού κόστους, ο οποίος επιπλέον δεν είναι πάντοτε αξιόπιστος και επηρεάζεται από τις συνθήκες φωτισμού. Οι σταθερά τοποθετημένες διατάξεις στερούνται ακρίβειας στην ικανότητα καταγραφής, ενώ οι αντίστοιχες επί της κεφαλής του οδηγού καθίστανται ενδεχομένως αρκετά ενοχλητικές.

- **Καταγραφέας επί του οχήματος:** Το πλεονέκτημά του είναι η ικανότητα καταγραφής ρεαλιστικών ποσοτικών δεδομένων κατά τη δοκιμή με πραγματικά οχήματα, είτε σε πίστες δοκιμών, είτε επί της οδού.
- **Ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις:** Η υποκειμενική άποψη των χρηστών μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες, που δεν είναι εύκολα καταγράψιμες από άλλες μεθόδους μέτρησης.
- **Μοντέλα προσομοίωσης:** Με τη βοήθεια των κατάλληλων μοντέλων προσομοίωσης είναι δυνατή η εκτίμηση των επιπτώσεων της εφαρμογής διαφόρων ειδών ΣΣΥΟ στην κυκλοφορία και στο περιβάλλον, όπως και διαφόρων άλλων ειδών επιπτώσεων με την εισαγωγή κατάλληλων δεδομένων στα μοντέλα. Η ηλεκτρονική προσομοίωση δύναται να χρησιμοποιηθεί και για περιπτώσεις συστημάτων μη πλήρως ανεπτυγμένων, όπως και για την προσομοίωση καταστάσεων με διάφορους βαθμούς διεύθυνσης του ΣΣΥΟ στο στόλο των οχημάτων.

Τα διάφορα **πειραματικά περιβάλλοντα** κάτω από τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν οι διάφορες μέθοδοι για τη συλλογή δεδομένων, μπορούν να περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

- **Δοκιμές επί της οδού:** Οι δοκιμές σε συνθήκες πραγματικής κυκλοφορίας προσφέρουν το πιο ρεαλιστικό περιβάλλον για την αξιολόγηση του ΣΣΥΟ, είναι, όμως, ακριβότερες, δυσκολότερα διαχειρίσιμες και πιο χρονοβόρες σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες. Επιπλέον, καθώς οι συνθήκες δεν είναι πλήρως ελεγχόμενες, τίθεται και το ζήτημα της ασφάλειας. Πάντως ο ρεαλισμός των συνθηκών έχει ωφέλειες που δεν δύναται να συναντηθούν σε κανένα άλλο περιβάλλον.
- **Πίστες δοκιμών:** Τα εν λόγω πεδία δοκιμών προσφέρουν ομοίως περισσότερο ρεαλιστικές συνθήκες σε σχέση με τους προσομοιωτές, ωστόσο το κόστος των δοκιμών είναι υψηλό, ειδικά σε περίπτωση που επιθυμείται η προσομοίωση πραγματικών κυκλοφοριακών συνθηκών. Οι δοκιμές αυτές είναι περισσότερο ασφαλείς σε σχέση με τις πραγματικές δοκιμές επί της οδού, αλλά και πάλι οι κίνδυνοι δεν εκλείπουν.
- **Προσομοιωτές οδήγησης:** Χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση της συμπεριφοράς και αλληλεπίδρασης του οδηγού με το υπό αξιολόγηση ΣΣΥΟ, υπό οποιεσδήποτε επιθυμητές συνθήκες. Μεγάλο προσόν της εν λόγω τεχνικής αποτελεί η δυνατότητα ασφαλούς προσομοίωσης οσοδήποτε επικίνδυνων καταστάσεων. Οι σύγχρονοι προσομοιωτές προσφέρουν τη δυνατότητα για υψηλών απαιτήσεων προσομοίωση και για υψηλής πιστότητας γραφική απεικόνιση, καθώς και για καταγραφή της φυσικής κατάστασης του οδηγού, όπως είναι, για παράδειγμα, οι αντιδράσεις του στις κυκλοφοριακές συνθήκες.
- **Μαθηματική προσομοίωση:** Μπορεί να εξάγει ρεαλιστικά αποτελέσματα που αφορούν κυρίως τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία και στο περιβάλλον.
- **Κρίσεις ειδήμων:** Η διαφορά τους από τα υπόλοιπα ως άνω είδη έγκειται στο ότι η συλλογή δεδομένων για την αξιολόγηση πραγματοποιείται όχι από τους τελικούς χρήστες, αλλά από ειδήμονες σε διάφορα αντικείμενα σχετικά με τη λειτουργία των ΣΣΥΟ, και για ζητήματα που αναγκαστικά μόνο οι ίδιοι δύναται να αξιολογήσουν ορθά. Τα εν λόγω ζητήματα αφορούν κυρίως στο σχεδιασμό και υλοποίηση των ΣΣΥΟ.

2.3 Τεχνική αξιολόγηση

Η τεχνική αξιολόγηση αφορά σε αστοχίες του τεχνικού μέρους ή του λογισμικού του υπό εξέταση ΣΣΥΟ, καθώς και στην επίδραση εξωγενών στοιχείων στη λειτουργία του, παράγοντες που είναι δυνατόν να θέσουν σε κίνδυνο τον οδηγό, τη δημόσια ασφάλεια, το όχημα και το περιβάλλον.

Για την αξιολόγηση του κινδύνου (ρίσκου) από τεχνικές δυσλειτουργίες υπάρχει διαθέσιμη πληθώρα μεθοδολογιών, ωστόσο η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη είναι η **μεθοδολογία FMEA** (Failure Mode and Effects Analysis - Ανάλυση αστοχιών και επιπτώσεών τους). Η εν λόγω μεθοδολογία σκοπεύει στο συσχετισμό μεταξύ των αστοχιών, δυσλειτουργιών, κατασκευαστικών περιορισμών και τεχνικής απαξίωσης του συστήματος, αξιολογεί την επίδραση κάθε αστοχίας στο σύστημα, εντοπίζει τις κρίσιμες για την ανάπτυξη του συστήματος ή την ασφάλεια αστοχίες, και βαθμονομεί κάθε μία από αυτές ως προς τη σοβαρότητα των συνεπειών και την πιθανότητα εμφάνισης.

Ειδικότερα, κάθε διαφορετική περίπτωση πιθανής αστοχίας βαθμολογείται ως προς τη **Σοβαρότητα**, **Συχνότητα Εμφάνισης**, **Ανιχνευσιμότητα** και **Δυνατότητα Επανόρθωσης**, με κλίμακα βαθμολόγησης 1 έως 10 για κάθε έναν από τους τέσσερις δείκτες. Ο ορισμός της βαθμολογίας κάθε δείκτη δίνεται στον **Πίνακα 2.6**. Στη συνέχεια παράγεται ο **Συντελεστής Κινδύνου για κάθε τεχνική αστοχία**, βάσει του τύπου:

$$\Sigma\text{Κ} = \text{Σοβαρότητα} \times \text{Συχνότητα} \times \frac{\text{Ανιχνευσιμότητα} + \text{Δυνατότητα Επανόρθωσης}}{2}$$

Μετά τον υπολογισμό του Συντελεστή Κινδύνου για κάθε επιμέρους τεχνική αστοχία, οι αστοχίες με υψηλό αντίστοιχο συντελεστή (γενικά μεγαλύτερο του 100) εξετάζονται περαιτέρω, για τη διερεύνηση της στρατηγικής άμβλυνσης του κινδύνου. Βάσει του Συντελεστή Κινδύνου της, μία τεχνική αστοχία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ακολούθως:

- **ΣΚ 512-1000:** Εξαιρετικά επικίνδυνη
- **ΣΚ 216-512:** Επικίνδυνη
- **ΣΚ 64-216:** Μέτρια επικίνδυνη
- **ΣΚ 8-64:** Ελαφρά επικίνδυνη
- **ΣΚ 1-8:** Ακίνδυνη

Όπως είναι φανερό, οι στρατηγικές άμβλυνσης του κινδύνου στοχεύουν είτε στην απομείωση της σοβαρότητας, είτε στην ελάττωση της συχνότητας εμφάνισης, είτε στην αναβάθμιση της ανιχνευσιμότητας και της δυνατότητας επανόρθωσης, είτε στην προστασία έναντι του κινδύνου, χωρίς απαραίτητη άμβλυνσή του, είτε σε ανάπτυξη εφεδρειών για τις αστοχίες. Για αστοχίες με υψηλό ΣΚ, οι στρατηγικές αντιμετώπισης είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών ή αλλαγή στο σχεδιασμό του συστήματος.

Εν γένει τα τεχνικής φύσεως προβλήματα θέτουν φραγμούς στην ανάπτυξη εξολοκλήρου του υπό μελέτη ΣΣΥΟ, εφόσον συμβαίνει τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω:

- Δεν υπάρχει διαθέσιμη κάποια τεχνική λύση για κάποια ανάγκη, ή απαιτείται περαιτέρω διερεύνησή της, ή είναι εξαιρετικά σύνθετη.
- Το κόστος υλοποίησής της είναι απαγορευτικό.
- Τα οφέλη από τη λειτουργικότητα του συστήματος είναι αβέβαια.

Πίνακας 2.6: Ορισμός βαθμολογίας δεικτών τεχνικής αστοχίας κατά τη μέθοδο FMEA.

ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ		
Χαρακτηρισμός	Βαθμός	Ορισμός
Εξαιρετικά Σοβαρή	9-10	Η αστοχία είναι μη ανεκτή, γιατί μπορεί να προξενήσει απώλεια του ασφαλούς ελέγχου του οχήματος και να οδηγήσει σε σοβαρό τραυματισμό.
Σοβαρή	7-8	Η αστοχία συνεπάγεται πλήρη απώλεια της διαθεσιμότητας του οχήματος και μεγάλη δυσaréσκεια του οδηγού. Η αστοχία του ΣΣΥΟ είναι ανεπιθύμητη και ανεκτή μόνο εάν δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί σε λογικό κόστος.
Μετρίως Σοβαρή	5-6	Η αστοχία συνεπάγεται μερική απώλεια της λειτουργικότητας του ΣΣΥΟ και δυσaréσκεια του οδηγού. Είναι ανεκτή μόνο αν το κόστος μείωσης του συντελεστή κινδύνου υπερβαίνει τη βελτίωση που θα επιφέρει.
Ελάχιστα Σοβαρή	3-4	Η αστοχία θα μπορούσε να επιφέρει δυσaréσκεια του οδηγού, χωρίς να προκληθούν τραυματισμοί και ζημίες.
Ασήμαντη	1-2	Οι συνέπειες της αστοχίας είναι ασήμαντες.
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ		
Χαρακτηρισμός	Βαθμός	Ορισμός
Υψηλή	9-10	Είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα παρουσιαστούν αστοχίες.
Μέτρια	6-7-8	Είναι πιθανόν να παρουσιαστούν αστοχίες.
Χαμηλή	3-4-5	Υπάρχει μία μικρή πιθανότητα να παρουσιαστούν αστοχίες.
Απίθανη	1-2	Είναι απίθανο να συμβούν αστοχίες.
ΑΝΙΧΝΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ		
Χαρακτηρισμός	Βαθμός	Ορισμός
Απίθανη	9-10	Είναι αδύνατο ή απίθανο να εντοπιστεί η αστοχία.
Ελαφρά	7-8	Η αστοχία μπορεί να εντοπιστεί μόνο σε ιδιαίτερες περιπτώσεις.
Μέτρια	5-6	Είναι πιθανό να εντοπιστεί η αστοχία (εξαρτάται από την περίπτωση).
Υψηλή	3-4	Είναι πολύ πιθανό να εντοπιστεί η αστοχία.
Πολύ Υψηλή	1-2	Είναι βέβαιο ότι θα εντοπιστεί η αστοχία.
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΑΝΟΡΘΩΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ		
Χαρακτηρισμός	Βαθμός	Ορισμός
Μηδενική	9-10	Δεν υπάρχει δυνατότητα επιδιόρθωσης.
Χαμηλή	6-7-8	Ο χρήστης απλώς πληροφορείται για την αστοχία.
Υψηλή	3-4-5	Παρέχεται αποτελεσματική μέθοδος επανόρθωσης.
Ολική	1-2	Οι επιπτώσεις της αστοχίας αποσοβούνται πλήρως από το σύστημα επανόρθωσης.

2.4 Αξιολόγηση ΣΣΥΟ ως προς ασφάλεια

Η αναβάθμιση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας αποτέλεσε έναν από τους βασικότερους παράγοντες που ενέπνευσαν την ανάπτυξη των ΣΣΥΟ. Ξεκινώντας υπό τη μορφή απλών προειδοποιήσεων ή υποδείξεων και φτάνοντας στο επίπεδο δυναμικής παρέμβασης στην πλοήγηση του οχήματος, μία από τις μεγαλύτερες φιλοδοξίες των εν λόγω συστημάτων είναι η κατά περίπτωση υποβοήθηση έως και υποκατάσταση του ανθρώπινου παράγοντα σε κρίσιμες από άποψη οδικής ασφάλειας καταστάσεις. Κατά συνέπεια, η έμπρακτη αποτελεσματικότητα των ΣΣΥΟ ως προς

την επίδρασή τους στην ασφάλεια αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες που χρίζουν αξιολόγησης κατά την ανάπτυξή τους. Η άποψη αυτή ενισχύεται -ή και περιπλέκεται, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί- και από το γεγονός ότι η λειτουργία ενός ΣΣΥΟ θα μπορούσε η ίδια να υποβαθμίσει το επίπεδο οδικής ασφάλειας, για παράδειγμα αποσπώντας την προσοχή του οδηγού ή επιβαρύνοντας τον πνευματικό του φόρτο.

Στην παρούσα Παράγραφο λαμβάνει χώρα μία ανασκόπηση των διάφορων χρησιμοποιούμενων μεθόδων μέτρησης για τους διάφορους δείκτες του κριτηρίου της ασφάλειας. Τονίζεται ότι σε κάθε περίπτωση η εφαρμογή κάθε μεθόδου προβάλλει διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, πεδίο στο οποίο δεν κρίνεται σκόπιμο να υπεισέλθει η παρούσα ανάλυση. Για περισσότερες πληροφορίες, ο αναγνώστης παραπέμπεται στο έγγραφο *Deliverable 4.1: Development of multiparameter criteria and a common impact assessment methodology* του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος ADVISORS.

2.4.1 Ανθρώπινα σφάλματα

Τα **ανθρώπινα σφάλματα** κατά την οδήγηση, είτε εσκεμμένα, είτε ακούσια, αποτελούν έναν από τους βασικότερους παράγοντες πρόκλησης ατυχημάτων. Η αιτία των σφαλμάτων έγκειται στις περιορισμένες δυνατότητες επεξεργασίας πληροφοριών από τον άνθρωπο, γεγονός που εξαρτάται από την ηλικία, την εμπειρία και την ιδιοσυγκρασία του οδηγού.

Τα σφάλματα είναι ενδεχομένως δύσκολο να εξεταστούν πειραματικά, όμως μέθοδοι αυτοαξιολόγησης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε δοκιμές πεδίου, όπου οι οδηγοί χρησιμοποιούν ΣΣΥΟ για εκτεταμένες χρονικές περιόδους.

Μέθοδοι μέτρησης:

- Εσκεμμένα και ακούσια σφάλματα στον προσομοιωτή
- Μέθοδοι καταγραφής καθημερινών σφαλμάτων
- Αυτοαξιολόγηση (Ερωτηματολόγιο οδικής συμπεριφοράς (Driving behaviour questionnaire): σφάλματα, παραλείψεις, παραβάσεις)

2.4.2 Πνευματικός φόρτος

Ο **πνευματικός φόρτος** (Mental workload) δύναται να οριστεί ποικιλοτρόπως, ωστόσο το βασικό δεδομένο είναι ότι εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ των απαιτήσεων του οδηγικού έργου και των αντίστοιχων πόρων που διαθέτει ή είναι διατεθειμένος να διαθέσει ο οδηγός. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί ότι σχετίζεται με το έργο της οδήγησης (Driving task), αλλά κατά τη δεδομένη χρονική στιγμή.

Μέθοδοι μέτρησης:

- Απόδοση έργου οδήγησης (Task Performance), πρωτεύοντος (ταχύτητα και απόκλιση εγκάρσιας θέσης) και δευτερεύοντος (PDT)
- Αυτοαξιολόγηση (NASA TLX, RSME)
- Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων (μεταβλητότητα σφυγμού, GSR)

2.4.3 Αντιδράσεις σε καταστάσεις άγχους

Κατά τους Matthews et al. (1997), οι αντιδράσεις σε **καταστάσεις άγχους** (Stress reactions) είναι γενικά ήπιες, ωστόσο στις σοβαρές τους μορφές είναι δυνατόν να επηρεάσουν την απόδοση του οδηγού και να υποβαθμίσουν την ασφάλεια. Οι μορφές άγχους που σχετίζονται περισσότερο με τη λειτουργία των ΣΣΥΟ είναι η

χρονική πίεση και η συγκέντρωση υψηλού όγκου πληροφοριών προς επεξεργασία, ήτοι ο αυξημένος πνευματικός φόρτος.

Ειδικότερα σχετικά με τις συνέπειες του άγχους, υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλούνται διακοπές στη διαδικασία επεξεργασίας πληροφοριών από τον οδηγό, υποβαθμίζοντας την ακρίβεια του έργου οδήγησης, αν και η ταχύτητά του τελευταίου διατηρείται σταθερή. Επίσης, πειραματικές έρευνες καταδεικνύουν ότι υπό καθεστώς άγχους επηρεάζεται και η διαδικασία λήψης αποφάσεων από τον οδηγό.

Αν και οι αντιδράσεις σε σοβαρές καταστάσεις άγχους είναι δύσκολο να προσομοιωθούν πειραματικά, οι αντίστοιχες σε ήπιας μορφής είναι δυνατόν να μελετηθούν.

Μέθοδοι μέτρησης:

- Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων (κυρίως GSR)
- Αυτοαξιολόγηση (λίστα Thayer ενεργοποιήσεων-απενεργοποιήσεων)

2.4.4 Υπνηλία

Η **υπνηλία** (Drowsiness) του οδηγού αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα υπό το πρίσμα της οδικής ασφάλειας, καθώς φαίνεται ότι το, κατά μία αισιόδοξη εκτίμηση, 10-20% των ατυχημάτων σχετίζεται με αυτό. Η ενάργεια του οδηγού επιβαρύνεται από παράγοντες όπως ο συνολικός χρόνος οδήγησης, η έλλειψη ανάπαυσης, οι μονότονες συνθήκες οδήγησης, η υψηλή θερμοκρασία εντός του οχήματος, η απειρία του, προβλήματα υγείας.

Για τη διερεύνηση του προβλήματος της υπνηλίας, τις ιδανικότερες συνθήκες αποτελούν οι εκτεταμένες και υπό μονότονες συνθήκες δοκιμές οδήγησης με μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων, σε συνδυασμό με διάφορες άλλες μεθόδους μέτρησης. Πάντως, η συλλογή και ανάλυση δεδομένων των φυσιολογικών μετρήσεων στη συγκεκριμένη περίπτωση αποτελεί πολύ πιο σύνθετη διαδικασία σε σχέση με τις αντίστοιχες μετρήσεις απόδοσης ή αυτοαξιολόγησης.

Μέθοδοι μέτρησης:

- Ηλεκτρονικές εφαρμογές εκτίμησης υπνηλίας (π.χ. κατά το ερευνητικό πρόγραμμα AWAKE)
- Αυτοαξιολόγηση (Κλίμακα υπνηλίας Karolinska)
- Απόδοση έργου οδήγησης (Task performance) (απόκλιση εγκάρσιας θέσης, εγκαταλείψεις λωρίδας, TLC, TTC, δευτερεύοντες χρόνοι αντίδρασης)
- Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων (EEG, σε συνδυασμό με EOG)

2.4.5 Αντίληψη κατάστασης

Ο βαθμός **αντίληψης της κατάστασης** (situation awareness) αναφέρεται στην ακρίβεια κατά την οποία η αντίληψη της τρέχουσας κατάστασης του περιβάλλοντος από τον οδηγό αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα. Κατά τον Endsley (1987) η αντίληψη κατάστασης εκτείνεται σε τρία επίπεδα. Το πρώτο από αυτά αφορά στην αντίληψη των διαφόρων στοιχείων του περιβάλλοντος στο χωροχρονικό πλαίσιο, το δεύτερο αφορά στην κατανόηση της σημασίας τους και το τρίτο στην πρόβλεψη της άμεσης εξέλιξης και των συνεπειών τους. Ικανοποιητικός βαθμός αντίληψης της κατάστασης γίνεται περισσότερο απαραίτητος σε δυναμικά περιβάλλοντα, όπως κατά την οδήγηση, όπου απαιτείται η λήψη αποφάσεων σε στενά χρονικά πλαίσια και οι διάφορες εργασίες εξαρτώνται από τη συνεχή και ακριβή ανάλυση της κατάστασης του περιβάλλοντος.

Μία από τις συνέπειες από την εφαρμογή των ΣΣΥΟ, όπως παρουσιάστηκε και στην Εισαγωγή, αποτελεί και η ενδεχόμενη αυτοματοποίηση πολλών εργασιών κατά την οδήγηση. Το γεγονός αυτό είναι δυνατόν να οδηγήσει σε μειωμένη αντίληψη της κατάστασης, επηρεάζοντας παράγοντες όπως η προσοχή, η αντίληψη και ο τρόπος επεξεργασίας από τη μνήμη του οδηγού. Ως εκ τούτου, καθίσταται απαραίτητη η διερεύνηση των επιπτώσεων της χρήσης των ΣΣΥΟ στην αντίληψη κατάστασης του οδηγού. Για το σκοπό αυτό είναι διαθέσιμες διάφορες μέθοδοι, από τις οποίες ίσως η περισσότερα υποσχόμενη είναι η Τεχνική Παύσης, όπου η προσομοίωση διακόπτεται ξαφνικά, οι οθόνες σβήνουν και ο οδηγός καλείται να συμπληρώσει σχετικό ερωτηματολόγιο.

Μέθοδοι μέτρησης:

- Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων (καταγραφή οφθαλμών, EEG)
- Απόδοση έργου οδήγησης (Task performance)
- Αυτοαξιολόγηση (SART, SAGAT)
- Εκτίμηση παρατηρητή
- Ερωτηματολόγια
- Τεχνική Παύσης (Freezing technique), με ερωτηματολόγια SAGAT

2.4.6 Μετρήσεις οχήματος - Ενέργεια και κατάσταση οδηγού

Η οδήγηση υπό **μειωμένη ενέργεια**, ή εν γένει **κακή κατάσταση** του οδηγού, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως η περίπτωση οδήγησης κατά την οποία σφάλματα του οδηγού είναι δυνατόν να προκαλέσουν άμεσα ατύχημα, όπου ως σφάλματα θεωρούνται ενέργειες ή παραλείψεις που χρίζουν διορθώσεων από τον ίδιο ή τους λοιπούς χρήστες, ώστε η κατάσταση να επανέλθει σε ασφαλή πλαίσια.

Σε επίπεδο ελέγχου οχήματος, ατυχήματα κατά τα οποία ο οδηγός φέρει την αποκλειστική ευθύνη είναι δυνατόν να προκληθούν από:

1. Απώλεια εγκάρσιου ελέγχου
2. Προβληματικό εγκάρσιο έλεγχο (π.χ. είσοδος σε παρακείμενη λωρίδα)
3. Προβληματικό διαμήκη έλεγχο (π.χ. υπερβολική ταχύτητα, οδήγηση σε κοντινή απόσταση από το εμπροσθεν όχημα)
4. Συνύπαρξη των (2) και (3) (π.χ. κατά την προσπέραση)
5. Συνύπαρξη των (1) και (3) (π.χ. απώλεια πρόσφυσης)

Μέθοδοι μέτρησης:

- Διαμήκης και εγκάρσιος έλεγχος οχήματος
- Χρονικός διαχωρισμός μεταξύ οχημάτων
- TTC
- Ταχύτητα
- Παραμονή στη λωρίδα

2.4.7 HMI - Αλληλεπίδραση οδηγού και ΣΣΥΟ

Ένας σοβαρός παράγοντας κατά την ανάπτυξη ενός ΣΣΥΟ είναι και ο σχεδιασμός του επονομαζόμενου **HMI** (Human-Machine Interface), δηλαδή της μορφής της **αλληλεπίδρασης του οδηγού με το σύστημα**. Ως μορφή της εν λόγω αλληλεπίδρασης νοείται ο τρόπος με τον οποίο το σύστημα επικοινωνεί με το χρήστη, που αφορά κυρίως στο είδος των μηνυμάτων (οπτικά, ηχητικά, απτικά), στη μορφή τους (π.χ. οπτικά επί της οθόνης ή επί του ανεμοθώρακα, ηχητικά απλών ήχων ή

ομιλίας, απτικά με δόνηση του καθίσματος ή του τιμονιού) και στο σχεδιασμό τους (π.χ. γραπτά ή υπό μορφή συμβόλων). Η σημασία του εν λόγω σχεδιασμού έγκειται στο ότι η επικοινωνία θα πρέπει να είναι διακριτική, συναγείροντας τον οδηγό κατάλληλα ανάλογα με το είδος του προβλήματος, ευδιάκριτη, διασφαλίζοντας την αντίληψή της από τον οδηγό, και, κυρίως, μη αυξάνουσα σε μεγάλο βαθμό η ίδια του φόρτου εργασίας του οδηγού, προπαντός κατά τη διάρκεια κρίσιμων ελιγμών.

Μέθοδοι μέτρησης:

Για την αξιολόγηση της μορφής αλληλεπίδρασης του ΣΣΥΟ με τον οδηγό έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες, όπως οι NICE, MMI-Prüfliste, AutoErgo και η αντίστοιχη μέθοδος του TRL. Ωστόσο, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεθοδολογία **ADAS QuickCheck** που αναπτύχθηκε κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS, και η οποία διατίθεται σε ηλεκτρονική μορφή. Κατά την εν λόγω μεθοδολογία ελέγχονται ανθρωπομετρικές και βιομηχανικές παράμετροι, καθώς και παράμετροι αντίληψης των μηνυμάτων, βάσει γενικών κριτηρίων και κριτηρίων σχετικών με το χειρισμό (input) και τις ενδείξεις (output) του συστήματος. Η ευελιξία της μεθόδου επιτρέπει την εφαρμογή της σε όλα τα στάδια υλοποίησης των ΣΣΥΟ. Μία άποψη της ηλεκτρονικής εφαρμογής δίνεται στην **Εικόνα 2.1**.

#	Ergonomic Requirements	Explanation/specification	Evaluation			Deficiencies (descriptions)
			gr	ye	re	
1	Intelligibility of ADAS functionality	The driver shall understand the functionalities and limitations of the ADAS system he is using. This can be achieved by a clear functional structure, user-friendly terminology, system information, and training.				
2	Controllability of system	All system functions must be controllable by the user. Time delays in closed control loops and high-order systems shall be avoided. Required information shall be presented timely to allow for proper reaction. Reaction times and training of the driver population have to be regarded.				
3	Feedback of system states	There shall be a feedback of system states to the driver providing sufficient information to react properly and safely. All imminent risks shall be made obvious to the driver.				
4	Consistency of metaphors and dialogues	Metaphors and dialogues shall consist of a minimum number of different elements, which shall be used consistently within the system context.				
5	Minimised distraction	The distraction from the road scene shall be minimised. Reading and typing of text and other prolonged or continuous secondary tasks shall be avoided. Menus shall be reduced to 7 items with less than 4 words. Unnecessary information shall be hidden.				

Εικόνα 2.1: Άποψη της ηλεκτρονικής εφαρμογής αξιολόγησης του HMI κατά τη μέθοδο ADAS QuickCheck του ADVISORS.

2.5 Αξιολόγηση αποδοχής ΣΣΥΟ - Άνεση και χρηστικότητα

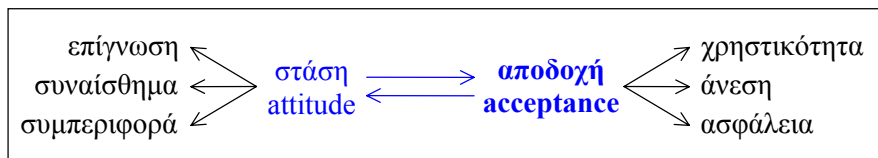
Όπως έχει επισημανθεί και σε προηγούμενα σημεία του παρόντος συγγράμματος, στη διαδικασία υλοποίησης των ΣΣΥΟ υπεισέρχονται διάφοροι εμπλεκόμενοι, με τις δικές του ανάγκες και επιταγές έκαστος. Έτσι, όπως είναι εύκολα κατανοητό, ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες στην εν λόγω διαδικασία είναι και η **αποδοχή** (acceptance) της οποίας τυγχάνουν τα εν λόγω συστήματα από τους τελικούς χρήστες.

Μπορεί να θεωρηθεί ότι το πεδίο της αποδοχής από τους χρήστες διαμορφώνεται κατά κύριο λόγο από τρεις παράγοντες, την *άνεση*³ (driver comfort), τη *χρηστικότητα*⁴ (usability) και την *ασφάλεια* (safety) που αντιλαμβάνεται ο χρήστης. Η

³ Άνεση: Προσωπικές ωφέλειες χρήστη, όπως ευχαρίστηση και συμβατότητα με το γόητρο.

⁴ Χρηστικότητα: Ευκολία στο χειρισμό και την κατανόηση της λειτουργίας του ΣΣΥΟ.

αξιολόγηση της αποδοχής από τους χρήστες ισοδυναμεί ουσιαστικά με την αξιολόγηση της *στάσης* τους (attitude) απέναντι στο ΣΣΥΟ. Αντίστοιχα, η στάση αυτή διαμορφώνεται με τη σειρά της από τρεις επιμέρους παράγοντες, την *επίγνωση* (cognition), το *συναίσθημα* (affection) και τη *συμπεριφορά* (behaviour), σύμφωνα με το μοντέλο συμπεριφοράς των Rosenberg & Hovland (1960). Η αλληλεπίδραση αυτή φαίνεται παραστατικά στο **Σχήμα 2.1**.



Σχήμα 2.1: Αλληλεπίδραση παραγόντων κατά την αξιολόγηση της αποδοχής των ΣΣΥΟ από τους χρήστες.

Υπό την έννοια της επίγνωσης νοείται η οπτική των χρηστών κατά την οποία λαμβάνει χώρα μία ορθολογική κρίση των τριών βασικών, και όχι μόνο, παραγόντων αποδοχής -ασφάλεια, άνεση, χρηστικότητα- του ΣΣΥΟ. Έτσι, εφόσον εν γένει η χρήση του ΣΣΥΟ αναμένεται να αναβαθμίσει την ασφάλεια και να διευκολύνει το έργο της οδήγησης, αναμένεται να οδηγήσει και σε θετική άποψη των χρηστών σχετικά με αυτό. Ωστόσο, ανάλογα με το σχεδιασμό του HMI και τη λειτουργία του ΣΣΥΟ, είναι δυνατόν να υπάρξουν και αρνητικές σχετικές οπτικές. Οι εν λόγω κρίσεις λαμβάνουν χώρα σε ορθολογικό επίπεδο.

Πέρα, όμως, από τη λογική, σημαντικό ρόλο στην άποψη που διαμορφώνει ο χρήστης διαδραματίζει και ο συναισθηματικός παράγοντας. Το γεγονός αυτό δύναται να οδηγήσει σε συγκρούσεις, όπου για παράδειγμα η χρήση του ΣΣΥΟ μπορεί αντικειμενικά να αναβαθμίζει το επίπεδο ασφάλειας που αντιλαμβάνεται ο χρήστης, ωστόσο δεν ικανοποιεί την ανάγκη για αυτοεπιβεβαίωση, ανεξαρτησία και αυτοβουλία στη λήψη αποφάσεων κατά την οδήγηση.

Τέλος, υπό την έννοια της συμπεριφοράς η εφαρμογή ενός ΣΣΥΟ είναι δυνατόν να έρθει σε αντίθεση με τις συνήθειες των χρηστών, όπως ένα ΣΣΥΟ τύπου ISA που περιορίζει την ταχύτητα στο εκάστοτε όριο, τη στιγμή που πολλοί οδηγοί νιώθουν άνετα κινούμενοι με αντίστοιχη συστηματικά μεγαλύτερη. Το υπόβαθρο συμπεριφοράς των χρηστών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και υπό την έννοια του ότι εφόσον η εφαρμογή των ΣΣΥΟ αναμένεται να μεταβάλλει την οδική συμπεριφορά των χρηστών, θα πρέπει να αναμένονται και αντίστοιχες επιπτώσεις στην κυκλοφορία αλλά και στην ασφάλεια, όπως η παρακίνηση για οδήγηση σε κακές καιρικές συνθήκες και η ταχύτερη κίνηση.

Έτσι, για την αξιολόγηση της αποδοχής από τους χρήστες οι διάφορες σχετικές μέθοδοι μέτρησης θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις τρεις ως άνω διαστάσεις της στάσης των χρηστών (επίγνωση, συναίσθημα, συμπεριφορά), όπως και τους τρεις κύριους παράγοντες που διαμορφώνουν την αποδοχή (άνεση, χρηστικότητα, ασφάλεια). Ωστόσο, οι διαθέσιμες μέχρι στιγμής σχετικές μέθοδοι αξιολόγησης φαίνεται να παρουσιάζουν ελλείψεις στο συγκεκριμένο πεδίο. Εν πάσει περιπτώσει, οι πληρέστερες **μέθοδοι μέτρησης** που προτείνονται είναι οι εξής:

- Κλίμακα αποδοχής Van der Laan et al., 1997 (Van der Laan et al. acceptance scale)
- Ερωτηματολόγιο χρηστικότητας Brooke, 1996 (Usability questionnaire)
- Κλίμακα ποιότητας οδήγησης (Driving quality scale)
- Ερωτηματολόγιο διάθεσης για πληρωμή (Willingness to pay questionnaire)

2.6 Αξιολόγηση επιπτώσεων σε περιβάλλον και κυκλοφορία

Μαζί με την ασφάλεια και την άνεση, ένας από τους λόγους για τους οποίους η τεχνική κοινότητα προχώρησε στην υλοποίηση των ΣΣΥΟ είναι και τα συνεχώς διογκούμενα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα σύγχρονα οδικά δίκτυα, και κυρίως τα αστικά. Με τη διεύρυνση της οδικής υποδομής να είναι πλέον απαγορευμένη, τη μόνη δυνατότητα αντιμετώπισης του κυκλοφοριακού υπερκορεσμού αποτελεί η θεώρηση της βέλτιστης εκμετάλλευσης της πρώτης, με τα ΣΣΥΟ να αποτελούν ένα ελκυστικό εργαλείο προς την εν λόγω κατεύθυνση. Έτσι, με τη φιλοδοξία της μαζικής εφαρμογής των ΣΣΥΟ στο στόλο των οχημάτων είναι απαραίτητη μία ενδελεχής διερεύνηση των επιπτώσεων που αναμένεται αυτή να έχει στην τελική εικόνα της λειτουργίας του μεταφορικού δικτύου.

Ταυτόχρονα με τη λειτουργία του δικτύου, οι μεταβολές στα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά και στην οδική συμπεριφορά των χρηστών αναμένεται να επιφέρουν αντίστοιχες μεταβολές και στις περιβαλλοντικές παραμέτρους της κυκλοφορίας, ήτοι στις εκπομπές ρύπων και θορύβου και στην κατανάλωση καυσίμων. Η σύγχρονη περιβαλλοντική κρίση επιβάλλει τη διερεύνηση και σε αυτό το πεδίο της λειτουργίας του συστήματος οδικών μεταφορών.

Κατά την υλοποίηση, λοιπόν, των ΣΣΥΟ είναι απαραίτητη η αξιολόγηση, πέραν των λοιπών παραμέτρων, και των επιπτώσεων στο **περιβάλλον** και τα **κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά** του συστήματος. Ο λόγος για τον οποίο οι δύο αυτές παράμετροι εξετάζονται μαζί είναι τόσο η αλληλεξάρτησή τους, αφού λίγο ως πολύ οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαρτώνται από την εικόνα της κυκλοφορίας, όσο και το ότι για την αξιολόγησή τους χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο η ίδια μέθοδος, ήτοι η εφαρμογή των διαφόρων **μοντέλων κυκλοφοριακής προσομοίωσης**.

Τα εν λόγω μοντέλα διακρίνονται σε **μικροσκοπικά** και **μακροσκοπικά**. Τα μικροσκοπικά μοντέλα βασίζονται στις αρχές και την έννοια της ακολουθίας των οχημάτων, λειτουργώντας στην κλίμακα του μεμονωμένου οχήματος. Απαιτούν περισσότερο υπολογιστικό χρόνο, είναι, όμως, εξαιρετικά ακριβή στην αναπαράσταση της κυκλοφοριακής ροής. Τα αντίστοιχα μακροσκοπικά μοντέλα θεωρούν υπό ευρεία κλίμακα τη συνεχή ροή της κυκλοφορίας, έχοντας μειωμένη σχετικά ακρίβεια, αλλά οι αντίστοιχα μειωμένες απαιτήσεις σε υπολογιστικό χρόνο και η καθολική θεώρηση τα καθιστούν κατάλληλα για μεγάλης κλίμακας δίκτυα. Τέλος, έχουν αναπτυχθεί και αντίστοιχα **μεσοσκοπικά** μοντέλα, τα οποία συνδυάζουν στοιχεία από αμφότερες τις προσεγγίσεις και έχουν εξισορροπημένες τις υπολογιστικές τους απαιτήσεις και την ακρίβεια.

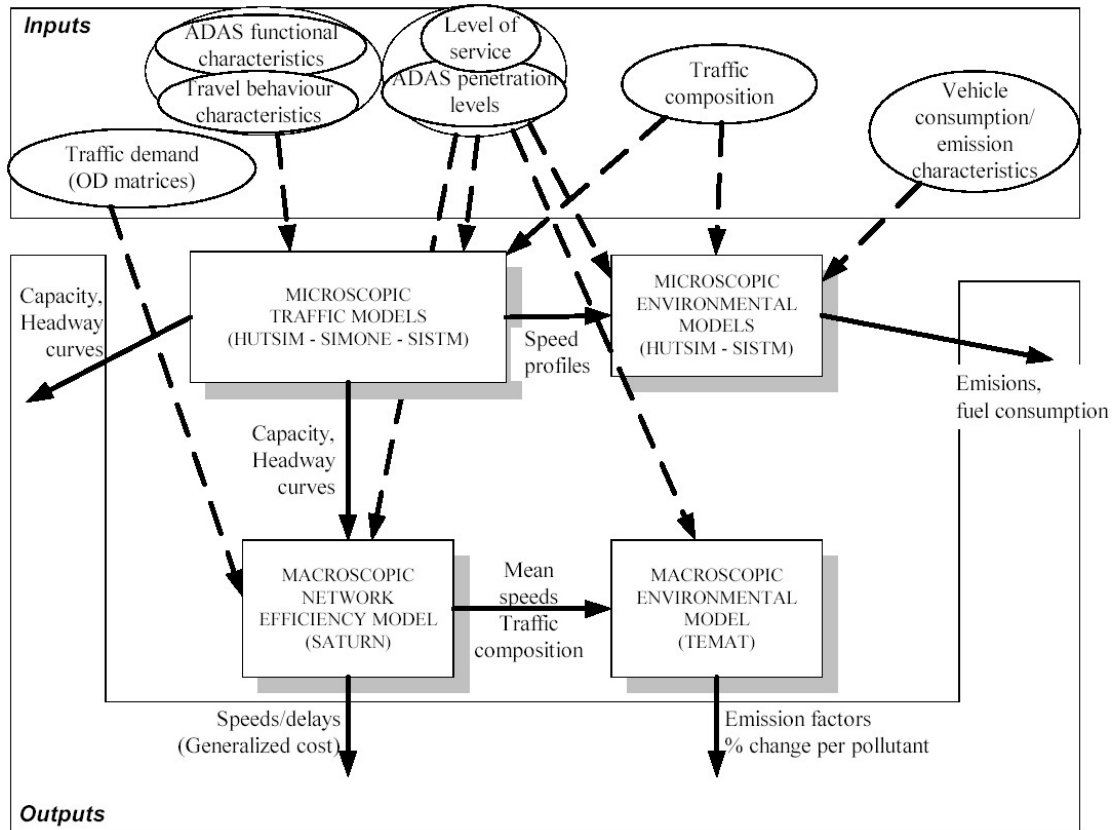
Παραδείγματα μοντέλων, κυκλοφοριακών ή περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών (ή αμφότερων των παραμέτρων), που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αξιολογήσεις περιβαλλοντικών και κυκλοφοριακών επιπτώσεων των ΣΣΥΟ είναι:

- **Μικροσκοπικά μοντέλα:** AIMSUN, ARCHSIM, NETSIM, SIMONE, SISTM, HUTSIM
- **Μακροσκοπικά μοντέλα:** CONTRAM, SATURN, TEMAT

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεθοδολογίες που εφαρμόστηκαν στα ερευνητικά προγράμματα ADVISORS και STARDUST, όπου τα μικροσκοπικά και μακροσκοπικά μοντέλα συνδυάστηκαν μεταξύ τους για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας αξιολόγησης. Ειδικότερα, αρχικά εφαρμόστηκαν λεπτομερή μικροσκοπικά μοντέλα για τη διερεύνηση των επιπτώσεων διαφόρων ειδών ΣΣΥΟ σε μικροσκοπικό επίπεδο, τα αποτελέσματα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν ως εισαγό-

μενα στα αντίστοιχα μακροσκοπικά, για τη διερεύνηση σε επίπεδο δικτύου. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η λήψη υπόψη από τα μακροσκοπικά μοντέλα προβληματικών για αυτά παραμέτρων, όπως η οδική συμπεριφορά των χρηστών και ο βαθμός διείσδυσης των ΣΣΥΟ στο στόλο.

Κατά τη μεθοδολογική προσέγγιση του ADVISORS, ως δεδομένα εισόδου λαμβάνονται ο βαθμός διείσδυσης των υπό εξέταση ΣΣΥΟ στο στόλο των οχημάτων, το επίπεδο ζήτησης των στοιχείων του δικτύου, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ΣΣΥΟ, οι παράμετροι της οδικής συμπεριφοράς των χρηστών, η κυκλοφοριακή ζήτηση και σύνθεση, καθώς και τα χαρακτηριστικά κατανάλωσης και εκπομπών των οχημάτων. Από την εφαρμογή των μικροσκοπικών μοντέλων προκύπτει μία σειρά εξαγομένων, περιλαμβάνοντα καμπύλες χωρητικότητας και διαχωρισμού μεταξύ των οχημάτων, που χρησιμοποιούνται από τα μακροσκοπικά κυκλοφοριακά μοντέλα, και καμπύλες ταχυτήτων, που χρησιμοποιούνται από τα περιβαλλοντικά μοντέλα. Τα μικροσκοπικά περιβαλλοντικά μοντέλα υπολογίζουν τις εκπομπές και την κατανάλωση καυσίμων ανά όχημα. Το μακροσκοπικό κυκλοφοριακό μοντέλο υπολογίζει μέσες ταχύτητες ανά τόξο του δικτύου, ενώ το μακροσκοπικό περιβαλλοντικό μοντέλο εκτιμά το επίπεδο των εκπομπών και τις μεταβολές ανά ρύπο, για κάθε τόξο και για όλο το δίκτυο. Η αλληλουχία της μεθοδολογίας φαίνεται στο **Σχήμα 2.2**.



Σχήμα 2.2: Μεθοδολογική προσέγγιση της αξιολόγησης επιπτώσεων σε περιβάλλον και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά, κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση των επιπτώσεων λαμβάνει χώρα υπό μορφή σύγκρισης τύπου «πριν-μετά». Ήτοι, αρχικά η μεθοδολογία εφαρμόζεται για την υπάρχουσα κατάσταση, χωρίς χρήση ΣΣΥΟ, και στη συνέχεια για χρήση των διαφόρων ΣΣΥΟ και συνδυασμών τους που επιθυμείται, και για διάφορα επίπεδα διείσδυσής τους στο στόλο.

2.7 Πιλοτικές δοκιμές

Πέρα από όλα όσα θεωρητικά αναφέρθηκαν μέχρι στιγμής σχετικά με τις διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των ΣΣΥΟ, αναπόσπαστο τμήμα κάθε σχετικής διαδικασίας αξιολόγησης αποτελούν οι **πιλοτικές δοκιμές**. Οι πιλοτικές δοκιμές είναι οι πειραματικές εκείνες διαδικασίες όπου τα ΣΣΥΟ δοκιμάζονται υπό τους όρους πραγματικής λειτουργίας (άσχετα αν πρόκειται και για προσομοιώσεις) από πραγματικούς οδηγούς, ώστε να είναι σε θέση να εφαρμοστούν οι περισσότερες από τις μεθοδολογίες αξιολόγησης που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα.

Οι πιλοτικές δοκιμές μπορεί να λαμβάνουν χώρα σε πειραματικά περιβάλλοντα όπως τα παρακάτω:

- *Δοκιμές επί της οδού*
- *Ελεγχόμενες πίστες δοκιμών*
- *Προσομοιωτές οδήγησης*
- *Έλεγχος στο εργαστήριο*

Τα παραπάνω είδη παρουσιάστηκαν εκτενέστερα στην Υποπαράγραφο 2.2.3. Κάθε ένα από αυτά παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα και ιδιομορφίες, εφαρμόζόμενο σε πιλοτικές δοκιμές. Εν γένει, οι δοκιμές πεδίου (επί της οδού ή σε πίστες δοκιμών) παρουσιάζουν σε σχέση με τους προσομοιωτές το πλεονέκτημα του ρεαλισμού, τόσο στις φυσικές παραμέτρους, όσο και σε επίπεδο απαιτήσεων έργου οδήγησης. Αυτό σημαίνει ότι καθίστανται καταλληλότερες, για παράδειγμα, σε περιπτώσεις που διερευνάται η οπτική αλληλεπίδραση με το ΣΣΥΟ (υπό πραγματικές συνθήκες όπως ημέρα και νύχτα, ομίχλη, θάμβωση από τον ήλιο κλπ.), ή όπου εξετάζονται γενικής φύσεως χαρακτηριστικά και επιπτώσεις του συστήματος (η κίνηση υπό πραγματικές συνθήκες έχει περισσότερους αστάθμητους παράγοντες και ποικιλία συνθηκών), ή όπου διερευνάται ειδικά η απόδοση του έργου οδήγησης (κυρίως η πλοήγηση του οχήματος). Από την άλλη, οι προσομοιωτές προβάλλουν το πλεονέκτημα της ασφάλειας, γεγονός που τους καθιστά αναντικατάστατους σε περιπτώσεις που εξετάζονται συστήματα που αφορούν την ασφάλεια και την κατάσταση του οδηγού, ή σε περιπτώσεις που διερευνώνται οι δυσλειτουργίες του υπό εξέταση ΣΣΥΟ. Τέλος, οι προσομοιωτές προσφέρουν ένα περιβάλλον πλήρως ελεγχόμενο, όπου όλες οι επιθυμητές μεταβλητές είναι καταγράψιμες, και το οποίο μπορεί να αναπαραχθεί πανομοιότυπα για δοκιμή από πλήθος οδηγών υπό τις ίδιες συνθήκες.

Για την επιτυχή και αποτελεσματική έκβαση κάθε πιλοτικής δοκιμής, πρώτιστης σημασίας είναι ο σχεδιασμός της εκ των προτέρων, βάσει των στόχων που επιθυμούνται και του είδους του συστήματος και της λειτουργίας που διερευνώνται. Ειδικότερα, ο σχεδιασμός κάθε πιλοτικής δοκιμής μπορεί να θεωρηθεί ότι διέρχεται από τα παρακάτω στάδια καθορισμού:

- **Παράμετροι και λειτουργία ΣΣΥΟ:** Αφορά στο είδος και στον τρόπο λειτουργίας του υπό εξέταση ΣΣΥΟ, ώστε να δοθεί το βάρος στα κατάλληλα σημεία κατά τη δοκιμή.
- **Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων:** Τα χαρακτηριστικά των οδηγών που πρόκειται να επιλεγούν για τη δοκιμή πρέπει να προκαθορίζονται με σαφήνεια. Τα εν λόγω χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την ηλικία, το φύλο, την οδηγική εμπειρία και την ενδεχόμενη εμπειρία χρήσης ΣΣΥΟ. Για δοκιμές

ΣΣΥΟ προτείνεται η επιστράτευση οδηγών ηλικίας 25-50 ετών, εμπειρίας 10.000-1.000.000 διανυθέντων km και ισοδύναμου αριθμού εκπροσώπων από τα δύο φύλα. Η εν λόγω σύνθεση ασφαλώς μπορεί να αναθεωρηθεί εφόσον επιδιώκεται η διερεύνηση για συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών, όπως αρχάριοι ή ηλικιωμένοι.

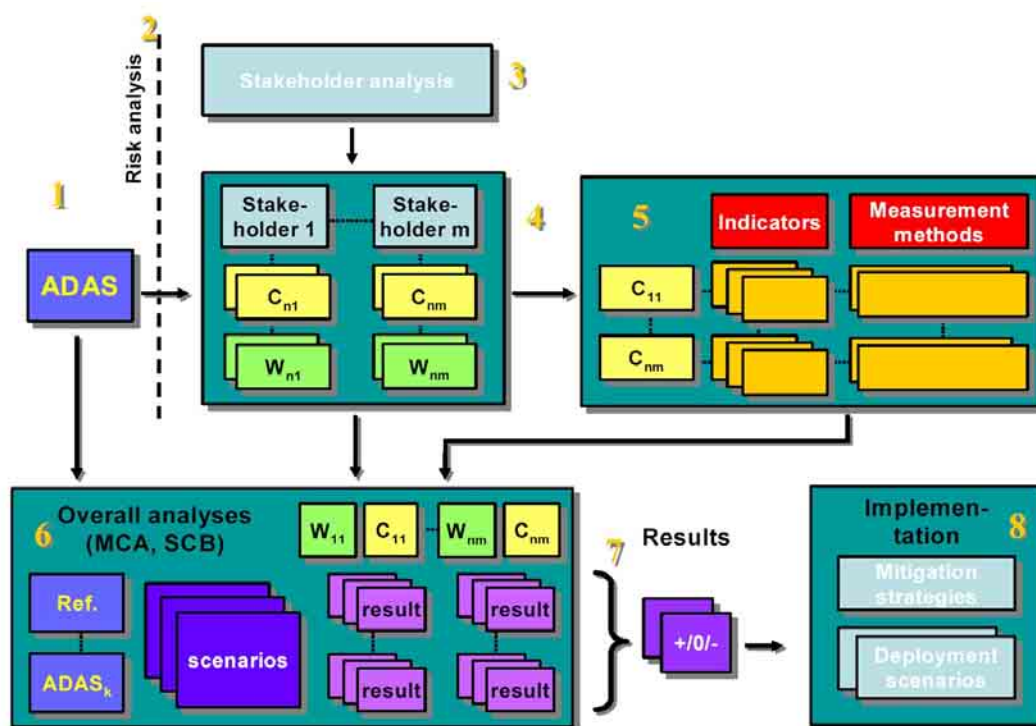
- **Είδος και παράμετροι δοκιμής:** Σε αυτό το στάδιο καθορίζεται το είδος του πειραματικού περιβάλλοντος που θα αξιοποιηθεί και οι μέθοδοι μέτρησης για τους προκαθορισμένους δείκτες.
- **Σενάρια δοκιμής:** Τα διάφορα σενάρια κατά τη δοκιμή αφορούν παράγοντες όπως το είδος των οχημάτων που θα χρησιμοποιηθούν, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το είδος και την κατάσταση της υποδομής, τις συνθήκες κυκλοφορίας. Ειδικότερα, το ΣΣΥΟ θα πρέπει να δοκιμάζεται στο είδος του οχήματος, ή σε όλα τα είδη οχημάτων αντίστοιχα, το οποίο αφορά, πράγμα που θα πρέπει να συμβαίνει και με το είδος της οδού, ενώ οι περιβαλλοντικές συνθήκες αφορούν στις καιρικές συνθήκες, στο φωτισμό και στην επιφανειακή κατάσταση του οδοστρώματος.
- **Σχεδιασμός της δοκιμής:** Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στο σχεδιασμό της πειραματικής διαδικασίας. Για παράδειγμα, θα πρέπει να προκαθορίζεται μία επαναλαμβανόμενη μέτρηση σε περίπτωση που όλοι οι οδηγοί συμμετέχουν σε όλα τα σενάρια, ή μεμονωμένες μετρήσεις αν κάθε οδηγός συμμετέχει σε ένα μόνο σενάριο της δοκιμής.
- **Διαδικασία της δοκιμής:** Αφορά την απαρίθμηση των διαδικασιών κατά τη δοκιμή, όπως το ακριβές χρονικό πρόγραμμα, και θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και με ιδιαίτερη λεπτομέρεια. Για παράδειγμα, η δοκιμή μπορεί να ξεκινάει με ένα διάστημα εξοικείωσης του οδηγού με το όχημα και το ΣΣΥΟ, να συνεχίζεται με την κανονική δοκιμή και να ολοκληρώνεται με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου από τον οδηγό.
- **Οδηγίες προς τους συμμετέχοντες:** Διασαφηνίζονται οι οδηγίες που θα παρασχεθούν στους συμμετέχοντες οδηγούς.
- **Στατιστική ανάλυση:** Καθορίζεται για κάθε μέθοδο μέτρησης το είδος των δεδομένων που θα καταγραφούν, όπως μέση τιμή ή το άθροισμα. Επιπλέον, καθορίζεται το είδος της στατιστικής ανάλυσης που θα λάβει χώρα για τα εν λόγω δεδομένα.
- **Διερεύνηση επικινδυνότητας:** Καθώς οι δοκιμές πεδίου είναι εκτεθειμένες στους κινδύνους ενός πραγματικού οδικού περιβάλλοντος, θα πρέπει να διασφαλίζεται η ακεραιότητα των συμμετεχόντων και του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού.
- **Διερεύνηση ενδεχόμενων προβλημάτων:** Αναγνωρίζονται ενδεχόμενες περιπτώσεις αποτυχίας της δοκιμής και καθορίζονται εναλλακτικές λύσεις.

2.8 Προς μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης των ΣΣΥΟ

Μέχρι στιγμής, το παρόν Κεφάλαιο αναλώθηκε στο σχολιασμό των διαφόρων διακριτών κατηγοριών αξιολόγησης και στην απαρίθμηση και περιγραφή των διαφόρων μεθόδων και τεχνικών υλοποίησής της. Ωστόσο, πέρα από την ανάγκη διερεύνησης των παραμέτρων λειτουργίας και των επιπτώσεων ενός ΣΣΥΟ ανά σχετική κατηγορία, η στρατηγική υλοποίησης και εισόδου στην αγορά ενός εν λόγω

συστήματος απαιτεί ουσιαστικά μία καθολική αξιολόγηση, που θα συγχωνεύει τα αποτελέσματα όλων των επιμέρους αξιολογήσεων.

Για το σκοπό αυτό έχει αναπτυχθεί πλήθος μεθοδολογιών αξιολόγησης τηλεματικών, εν γένει, εφαρμογών, που θέτουν τις επιμέρους αξιολογήσεις σε μία διαδοχή με επιμέρους βάρη και πραγματοποιούν βάσει αυτών την τελική αξιολόγηση του συστήματος. Από τις μεθοδολογίες αυτές η πιο ενδιαφέρουσα είναι ίσως η αντίστοιχη προσέγγιση κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS, χαρακτηριζόμενη ως **CAM (Common Assessment Methodology)**. Η εν λόγω μεθοδολογία δεν στέκεται απλώς στην αξιολόγηση των ΣΣΥΟ, αλλά θέτει την τελευταία ως μέρος μίας ολοκληρωμένης φιλοσοφίας υλοποίησης των εν λόγω συστημάτων. Η αναλυτική διαδικασία αξιολόγησης-υλοποίησης λαμβάνει υπόψη τόσο τους τεχνικούς παράγοντες που υπεισέρχονται σε αυτήν, όσο και τις ανάγκες και επιταγές των διαφόρων εμπλεκόμενων στην υλοποίηση και λειτουργία των ΣΣΥΟ, επιστρατεύοντας μία πολυκριτηριακή ανάλυση για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Η μεθοδολογία του ADVISORS παριστάνεται διαγραμματικά στο **Σχήμα 2.3**.



Σχήμα 2.3: Η ολοκληρωμένη καθολική μεθοδολογία αξιολόγησης ΣΣΥΟ του ερευνητικού προγράμματος ADVISORS.

Αναλυτικότερα, τα **επιμέρους βήματα** της μεθοδολογίας έχουν ως εξής:

1. **Αναγνώριση του ΣΣΥΟ:** Στο στάδιο αυτό το υπό αξιολόγηση ΣΣΥΟ ταξινομείται βάσει της λειτουργίας του (σύμφωνα με σχετική ορολογία του ADVISORS) και διασαφηνίζονται τα τεχνικά του χαρακτηριστικά, καθώς και τα σενάρια συνθηκών στα οποία αναμένεται να λειτουργήσει.
2. **Αξιολόγηση κινδύνων:** Η αξιολόγηση αυτή αφορά τους κινδύνους σε τεχνικό, οργανωτικό και νομικό επίπεδο, καθώς και σε επίπεδο συμπεριφοράς των χρηστών. Η μεθοδολογία αξιολόγησης κινδύνων που προτείνεται είναι η FMEA, η οποία στην Παράγραφο 2.3 εφαρμόστηκε για την τεχνική αξιολόγηση. Η ίδια μεθοδολογία εφαρμόζεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο και για

έκαστη από τις υπόλοιπες τρεις κατηγορίες κινδύνων, για καθεμία από τις οποίες προκύπτει αντίστοιχα ο Συντελεστής Κινδύνου Κατηγορίας (βάσει των Συντελεστών Κινδύνου κάθε είδους αστοχίας ή προβλήματος της εν λόγω κατηγορίας). Από τους τέσσερις Συντελεστές Κινδύνου Κατηγορίας υπολογίζεται ο Ολικός Συντελεστής Κινδύνου του ΣΣΥΟ, βάσει του τύπου:

$$(\text{ΟΣΚ})_{\text{ΣΣΥΟ}} = \frac{(\text{ΣΚΚ})_{\text{τεχν}} + (\text{ΣΚΚ})_{\text{συμπ}} + \frac{(\text{ΣΚΚ})_{\text{νομ}} + (\text{ΣΚΚ})_{\text{οργ}}}{2}}{3}$$

3. **Ανάλυση εμπλεκομένων:** Στο στάδιο αυτό διασαφηνίζονται οι ανάγκες και απαιτήσεις των διαφόρων εμπλεκομένων, είτε άμεσα, είτε έμμεσα, στην ανάπτυξη και εφαρμογή του υπό εξέταση ΣΣΥΟ. Η ανάλυση αυτή χρησιμεύει τόσο στη φάση ανάπτυξης, όσο και στη φάση αξιολόγησης του ΣΣΥΟ.
4. **Κριτήρια και βάρη:** Μετά από την ανάλυση των εμπλεκομένων, διασαφηνίζονται τα κόστη και οι ωφέλειες από τη λειτουργία του ΣΣΥΟ για καθέναν από αυτούς. Για την ποσοτικοποίηση των εν λόγω κοστών και ωφελειών καθορίζονται επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης με τα αντίστοιχα βάρη τους, για κάθε έναν από τους εμπλεκόμενους.
5. **Δείκτες και μέθοδοι μέτρησης:** Μετά τον καθορισμό των κριτηρίων αξιολόγησης κάθε εμπλεκόμενου, ακολουθεί ο αντίστοιχος καθορισμός των δεικτών και μεθόδων μέτρησής τους, για την εκτίμηση του κατά πόσο κάθε ένα από αυτά έχει επιτευχθεί.
6. **Καθολική ανάλυση:** Το στάδιο αυτό αποτελείται από δύο μέρη, τις πιλοτικές δοκιμές για τη μέτρηση των δεικτών και τη διεξαγωγή της πολυκριτηριακής ανάλυσης, μαζί με ανάλυση ευαισθησίας των κριτηρίων, των σεναρίων λειτουργίας και των εμπλεκομένων.
7. **Εξαγωγή αποτελεσμάτων:** Τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι προσανατολισμένα στην υλοποίηση του ΣΣΥΟ επί της βάσης διαφόρων δυνατών σεναρίων λειτουργίας.
8. **Υλοποίηση του ΣΣΥΟ:** Στο τελικό αυτό στάδιο αναπτύσσεται μία σειρά στρατηγικών υλοποίησης του ΣΣΥΟ, βάσει των αποτελεσμάτων της όλης διαδικασίας που προηγήθηκε.

Συνοψίζοντας, η εν λόγω μεθοδολογία του ADVISORS αποτελεί μία αναλυτική διαδικασία αξιολόγησης που λαμβάνει υπόψη τόσο τις τεχνικές φύσεως παραμέτρους, όσο και τις ανάγκες των εμπλεκομένων στη λειτουργία των ΣΣΥΟ. Για την αξιολόγησή της η μεθοδολογία εφαρμόστηκε για μία σειρά ΣΣΥΟ που θα μπορούσαν να προωθηθούν μαζικά στην αγορά κατά την επόμενη δεκαετία, με τα αποτελέσματα να καταδεικνύουν ότι τα περισσότερο υποσχόμενα συστήματα είναι το Ολοκληρωμένο Σύστημα Πλοήγησης, τα DMS, το ISA και το ACC.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΙΛΟΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

3.1 Εισαγωγή - Πιλοτικές δοκιμές ADVISORS

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάστηκαν στοιχεία σχετικά με την αξιολόγηση των ΣΣΥΟ και απαριθμήθηκαν συνοπτικά οι διάφορες μεθοδολογίες και τεχνικές κατά τη διαδικασία αξιολόγησης διαφόρων κατηγοριών λειτουργίας και επιπτώσεών τους. Επίσης, στην Παράγραφο 2.7 τονίστηκε ότι αναπόσπαστο τμήμα σχεδόν κάθε διαδικασίας αξιολόγησης ΣΣΥΟ αποτελούν οι **πρακτικές δοκιμές** των εν λόγω συστημάτων από πραγματικούς οδηγούς, όπου παρέχεται η δυνατότητα για την εφαρμογή όλων των σχετικών μεθόδων.

Καθότι, λοιπόν, οι πιλοτικές δοκιμές κατέχουν μία πολύ σημαντική θέση στην αξιολόγηση των ΣΣΥΟ, σκοπός του παρόντος Κεφαλαίου είναι η παράθεση μίας σειράς παραδειγμάτων εφαρμογής τους στην πράξη, για μία πρωταρχική εξοικείωση του αναγνώστη με τις διαδικασίες και τις τεχνικές που λαμβάνουν χώρα κατά τις εν λόγω δοκιμές. Έτσι, στο παρόν Κεφάλαιο περιγράφονται οι έξι πιλοτικές δοκιμές που έλαβαν χώρα κατά το ερευνητικό πρόγραμμα ADVISORS. Ειδικότερα, παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την οργάνωση κάθε δοκιμής, το δείγμα των συμμετεχόντων οδηγών και τα πεδία αξιολόγησης, τεχνικά στοιχεία, καθώς και οι μέθοδοι μέτρησης που επιστρατεύτηκαν κατά τις δοκιμές.

Το πεδίο εργασίας του ADVISORS που περιλάμβανε τις πιλοτικές δοκιμές είχε τους παρακάτω στόχους:

- Να αξιολογηθούν οι παράγοντες ασφάλειας, αποδοχής των χρηστών και χρηστικότητας, καθώς και οι επιπτώσεις στην οδηγική συμπεριφορά, σε διάφορες κατηγορίες οδών και τύπους οχημάτων
- Να διερευνηθούν οι επιπτώσεις των ΣΣΥΟ στην αποδοτικότητα των δικτύων και στο περιβάλλον
- Να εξεταστεί η ολοκληρωμένη μεθοδολογία αξιολόγησης που προτάθηκε, και η οποία παρουσιάστηκε συνοπτικά στην Παράγραφο 2.8.

Με μία πλειάδα διαθέσιμων ΣΣΥΟ για το ADVISORS, έπρεπε να πραγματοποιηθεί μία επιλογή των συστημάτων προς αξιολόγηση και να οργανωθούν ανάλογες πιλοτικές δοκιμές για κάθε ένα από αυτά. Η επιλογή βασίστηκε σε δεδομένα από προγενέστερες μελέτες του προγράμματος. Βασικά **κριτήρια για την επιλογή των ΣΣΥΟ** ήταν:

- Ο τύπος του ΣΣΥΟ (π.χ. το πρόβλημα που επιδιώκει να λύσει ή η οδηγική εργασία που καλείται να υποβοηθήσει)
- Ο σχεδιασμός του συστήματος (λειτουργικότητα, HMI)
- Αναμενόμενες επιρροές, σε σχέση κυρίως με την ασφάλεια, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο θετικά, αλλά και αρνητικά αποτελέσματα

- Φάση εξέλιξης του συστήματος και προσδοκώμενος χρόνος εισαγωγής στην αγορά, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα
- Ζήτηση από τους διάφορους εμπλεκόμενους
- Αναμενόμενες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κυκλοφορία
- Διαθεσιμότητα και δυνατότητα συλλογής δεδομένων

Τα αποτελέσματα από τη διαδικασία επιλογής κατέληξαν στην οργάνωση έξι πιλοτικών δοκιμών, σε διαφορετικά περιβάλλοντα για κάθε μία, καλύπτοντας μία ποικιλία συστημάτων και συνθηκών. Οι πιλοτικές δοκιμές αφορούν τα παρακάτω συστήματα:

1. Σύστημα προειδοποίησης κατά την αλλαγή λωρίδας, τυφλά σημεία (αρμόδιοι συνεργάτες CRF & BAsT)
2. ACC σε υπεραστικό περιβάλλον (αρμόδιος συνεργάτης VTI)
3. Σύστημα παρακολούθησης κατάστασης του οδηγού (αρμόδιοι συνεργάτες RUG & S)
4. Σύστημα προειδοποίηση λωρίδας, προειδοποίησης σύγκρουσης (αρμόδιος συνεργάτης IAT)
5. Σύστημα χάραξης δρομολογίου και διαχείρισης στόλου (αρμόδιος συνεργάτης JDR)
6. Προσαρμοσμένο σύστημα ελέγχου πορείας (ACC-Stop & Go) (αρμόδιος συνεργάτης TRL)

Συνοπτικά τα στοιχεία των δοκιμών φαίνονται στον **Πίνακα 3.1**.

Πίνακας 3.1: Σύνοψη στοιχείων πιλοτικών δοκιμών ADVISORS.

a/a	ΣΣΥΟ	Αρμόδιοι Συνεργάτες	Επίπεδο Υποστήριξης	Περιβάλλον	Μέθοδος Αξιολόγησης
1	LSS (LW + BS)	CRF & BAsT	Προειδοποίηση	Αυτοκινητόδρομοι + Οδοί ταχείας κυκλοφορίας	Πρότυπα οχήματα σε οδούς
2	ACC	VTI	Προειδοποίηση + Εκτέλεση λειτουργιών οδήγησης	Οδοί ταχείας κυκλοφορίας + Επαρχιακό δίκτυο	Προσομοιωτής
3	DMS	RUG & S	Προειδοποίηση	Οδοί ταχείας κυκλοφορίας	Προσομοιωτής
4	CW/LW	IAT	Προειδοποίηση	Οδοί ταχείας κυκλοφορίας + Επαρχιακό δίκτυο	Εργαστήριο + Προσομοιωτής
5	Board computer	JDR	Πληροφόρηση	Οδοί ταχείας κυκλοφορίας	Εργαστήριο
6	ACC + Stop & Go	TRL	Προειδοποίηση + Εκτέλεση λειτουργιών οδήγησης	Αστικό δίκτυο	Προσομοιωτής

3.2 Δοκιμή LSS

3.2.1 Γενικά

Η πιλοτική δοκιμή της CRF είχε ως αντικείμενο την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων από τις συνδυασμένες δράσεις της προειδοποίησης των τυφλών σημείων και της προειδοποίησης στην αλλαγή λωρίδας, κατά την οδήγηση σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας και αυτοκινητοδρόμους. Το LSS αξιολογήθηκε με συμμετέχοντες που οδήγησαν πρότυπα οχήματα εξοπλισμένα με το σύστημα, σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Τα **αντικείμενα αξιολόγησης** ήταν:

- Χρηστικότητα από τον οδηγό
- Φόρτος εργασίας και κινήσεων του οδηγού
- Αποδοχή από το χρήστη
- Διάθεση του χρήστη να πληρώσει για το σύστημα

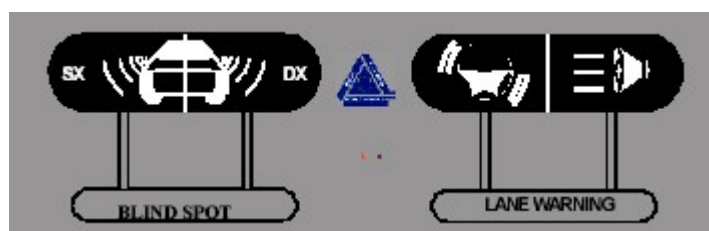
Σημαντική, επίσης, παράμετρος ήταν η αξιολόγηση των τεχνικών μερών του συστήματος κατά την διάρκεια της δοκιμής.

Το δείγμα των οδηγών ήταν το εξής:

- Κοινοί οδηγοί με κανονική οδηγική συμπεριφορά
- Ακριβής αριθμός: 24 συμμετέχοντες
- Φύλο: 12 άντρες – 12 γυναίκες
- Ηλικία: 25-45 ετών
- Εμπειρία: τουλάχιστον 5000 km και 5ετής εμπειρία

3.2.2 Το σύστημα

Στο όχημα εγκαταστάθηκαν δύο διαφορετικές λειτουργίες, προσαρμοσμένες για τις ανάγκες της δοκιμής, **Εικόνα 3.1**. Η πρώτη (LW) έλεγχε την πορεία εμπροσθεν και την αλλαγή λωρίδας, και είχε ως μέθοδο ειδοποίησης είτε ακουστική, είτε απτική. Η δεύτερη (BS) έλεγχε το πεδίο προς τα πίσω, ειδοποιώντας ηχητικά τον οδηγό για ύπαρξη αυτοκινήτου στις λωρίδες όπισθεν του οχήματος. Αυτό γινόταν σε περίπτωση που ο οδηγός ξεκινούσε μία προσπέραση και κάποιο όχημα ερχόταν από πίσω. Αυτές οι προειδοποιήσεις λάμβαναν χώρα υπό μορφή μικρών δονήσεων στο τιμόνι (απτικά), χαρακτηριστικό θόρυβο (beep) από τη διεύθυνση που υπήρχε κίνδυνος (ακουστικά), και με εικόνες και οπτικά σήματα στο ταμπλό του αυτοκινήτου. Ο έλεγχος για το LW πραγματοποιούνταν με μία κάμερα στο μπροστινό μέρος του οχήματος και για τα τυφλά σημεία υπήρχαν δύο κάμερες, μια για κάθε πλευρά του οχήματος.



Εικόνα 3.1: Σύστημα BS και LW και αντίστοιχες προειδοποιήσεις.

3.2.3 Υποδομή Οδού, κυκλοφοριακές και περιβαλλοντικές συνθήκες

Η οδός της δοκιμής ήταν μήκους 37 km. Περιλάμβανε τμήματα από αυτοκινητόδρομο και οδό ταχείας κυκλοφορίας, με 2 ή 3 λωρίδες σε κάθε κατεύθυνση. Ο φόρτος κυκλοφορίας και τα όρια ταχύτητας ήταν με βάση τις ιταλικές συνθήκες και κανονισμούς αντίστοιχα. Οι λωρίδες χωρίζονταν με διακεκομμένες ή συνεχείς γραμμές. Οι καιρικές συνθήκες ήταν καλές, το οδόστρωμα στεγνό και οι δοκιμές έγιναν ημέρα.

3.2.4 Σχεδιασμός της δοκιμής

Κάθε συμμετέχων οδήγησε τη διαδρομή δύο φορές, μία σε συνθήκες υψηλού φόρτου, κατά τη διάρκεια της ώρα αιχμής νωρίς το πρωί ή το απόγευμα, και μία σε χαμηλή πυκνότητα κυκλοφορίας, όπως για παράδειγμα αργά το πρωί ή το απόγευμα. Αμφότερες οι διελεύσεις έγιναν την ίδια μέρα. Κάθε δοκιμή γινόταν σε τρεις φάσεις, η πρώτη οδηγώντας με το σύστημα μη ενεργοποιημένο (9,5 km), η δεύτερη μόνο με την LW λειτουργία ενεργοποιημένη (10,5 km) και η τρίτη με το ολοκληρωμένο σύστημα σε εφαρμογή (17 km).

3.2.5 Μετρήσεις

- **Απόδοση οδήγησης:** Μετρήθηκαν μέση ταχύτητα και η τυπική απόκλισή της, θέση του οχήματος στη λωρίδα και η τυπική απόκλιση, πλήθος αλλαγών λωρίδας, πλήθος προσπεράσεων, χρόνος αλλαγής λωρίδας (TLC), πλήθος κρίσιμων εμπλοκών με τους υπόλοιπους οδηγούς και πλήθος ειδοποιήσεων
- **Πνευματικός φόρτος:** Μετρήθηκε με τα ειδικά διαγράμματα NASA-TLX και την κλίμακα RSME
- **Χρηστικότητα:** Μετρήθηκε με ερωτηματολόγια SUS (Brooke, 1996), χρηστικότητα και άνεσης οδήγησης, καθώς και με ανοικτές συνεντεύξεις
- **Αποδοχή από το χρήστη:** Με ερωτηματολόγια User Acceptance (Van der Laan et al., 1997)
- **Ποιότητα οδήγησης:** Με ερωτηματολόγιο Driving Quality Scale (Brookhuis, 1993)
- **Διάθεση για πληρωμή:** Με ερωτηματολόγια
- **Χαρακτηριστικά χρήστη:** Με ερωτηματολόγια
- **Προσιτή ορολογία για τον χρήστη:** Με συνεντεύξεις και ερωτήσεις που αφορούσαν το όνομα και τη λειτουργικότητα του συστήματος, καθώς και απρόσμενες αντιδράσεις του συστήματος.

3.2.6 Αποτελέσματα μελέτης

Η επεξεργασία των ερωτηματολογίων έδειξε πως, αναφορικά με την κρίση των χρηστών, το LSS κρίθηκε χρήσιμο, ικανοποιητικό και φιλικό προς το χρήστη, αν και μπορεί να υπάρξει κίνδυνος από την υπερβολική εμπιστοσύνη στο σύστημα. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, καθώς και των παρατηρήσεων από τους ειδικούς, φάνηκε πως υπήρξε υπερβολικός αριθμός ειδοποιήσεων, ενώ καταγράφηκαν και πολλές λάθος προειδοποιήσεις. Το κύριο συμπέρασμα ήταν πως απαιτείται περαιτέρω ακόμη μελέτη του LSS, ώστε:

- Να ελαχιστοποιηθούν τα λάθη που προέκυψαν από αντανάκλασεις του ήλιου στις κάμερες
- Να αναγνωρίζονται παράξενα σημάδια του οδοστρώματος
- Να ορισθούν οι κατάλληλες συνθήκες ώστε να υπάρξει προειδοποίηση

3.3 Δοκιμή ACC

3.3.1 Γενικά

Η πιλοτική δοκιμή της VTI ασχολήθηκε με το ACC, το οποίο υποστηρίζει τον οδηγό κατά το διαμήκη άξονα. Το ACC αντιλαμβάνεται την παρουσία και τη σχετική ταχύτητα με το προπορευόμενο όχημα και προσαρμόζει την ταχύτητα του εξοπλισμένου οχήματος, ώστε να υπάρχει μία σχετική απόσταση ασφάλειας μεταξύ τους. Η δοκιμή έλαβε χώρα σε προσομοιωτή οδήγησης.

Χρησιμοποιήθηκε ισοδύναμος αριθμός χρηστών από τα δύο φύλα, μέσω των οποίων εξετάστηκε η επιρροή του ACC σε παραμέτρους που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια, όπως επιρροή στην οδηγική συμπεριφορά και στον πνευματικό φόρτο, τη χρηστικότητα και την αποδοχή. Ενδιαφέρον πεδίο μελέτης είναι η έρευνα για τη λειτουργία του συστήματος για διάφορα επίπεδα διείσδυσής του στην αγορά.

3.3.2 Ο προσομοιωτής

Η δοκιμή έγινε στον προσομοιωτή της **Εικόνας 3.2**, ο οποίος έχει αυξημένες δυνατότητες κίνησης και σύστημα προβολής πλάτους 120° και ύψους 30°. Επίσης, διαθέτει παλλόμενη τράπεζα που δίνει τη δυνατότητα για διαμήκεις και κάθετες κινήσεις, ένα ηχητικό σύστημα, καθώς και ένα σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας. Τα υποσυστήματα αυτά είναι βασισμένα σε πραγματικά μοντέλα οχημάτων και λειτουργούν με τρόπο που να δίνεται η εντύπωση στον οδηγό ότι βρίσκεται σε πραγματικό όχημα.



Εικόνα 3.2: Ο προσομοιωτής VTI.

Το όχημα που αναπαρίσταται είναι ένα αυτόματου κιβωτίου VOLVO 850, με κίνηση στους μπροστά τροχούς. Για τις ανάγκες της εφαρμογής, ο προσομοιωτής προγραμματίστηκε να συμπεριφέρεται έχοντας το ACC προμηθευμένο από την CRF. Γενικά το ACC αφορά σε αυτόματο έλεγχο του διαμήκη άξονα. Το κύριο αντικείμενο της μελέτης, πάντως, δεν ήταν τόσο στο τεχνικό μέρος, όσο στην αποδοχή από τους χρήστες και την επιρροή τους από αυτό.

3.3.3 Διαδικασία δοκιμής

Το ACC αξιολογήθηκε για δύο διαφορετικές λειτουργίες, μία για έλεγχο ταχύτητας και άλλη μία για έλεγχο ταχύτητας με διατήρηση συγκεκριμένης απόστασης. Στην πρώτη περίπτωση το ACC λειτουργούσε σαν ένα κλασικό σύστημα ελέγχου ταχύτητας, όπου ο οδηγός επέλεγε μία ταχύτητα που διατηρούσε το αυτοκίνητο μέχρι να υπάρξει νέα εντολή. Στην άλλη, πέρα από την ταχύτητα, το όχημα διατηρούσε σταθερή και την απόσταση από το εμπρός όχημα, βασισμένη σε έναν ελάχιστο χρόνο απόστασης. Ο ελάχιστος χρόνος απόστασης ορίστηκε από τους οργανωτές της εφαρμογής, σύμφωνα με πειραματικές μελέτες, σε 0.8 sec, 1.0 sec η 1.2 sec για διάφορους χρήστες. Αμφότερες οι λειτουργίες προσαρμόστηκαν στον προσομοιωτή και δόθηκαν οι απαραίτητες οδηγίες στους οδηγούς για να τις χρησιμοποιούν. Οι ειδοποιήσεις για μείωση της απόστασης από τα μπροστινά οχήματα γινόταν με ενδείξεις στο ταμπλό, και σε περιπτώσεις όπου το αυτοκίνητο δεν μπορούσε να διατηρήσει τον ελάχιστο χρόνο απόστασης από το προπορευόμενο, τότε υπήρχε και ενδεικτικός ήχος.

3.3.4 Υποδομή και κυκλοφοριακές συνθήκες

Η διαδρομή του προσομοιωτή αποτελούνταν από 4 οδούς, περίπου 30 km έκαστη. Οι δύο οδοί ήταν επαρχιακές και ίδιες μεταξύ τους, με επιτρεπόμενη ταχύτητα τα 90 km/h, με μία λωρίδα σε κάθε κατεύθυνση και κίνηση και στα δύο ρεύματα. Οι άλλες δύο οδοί ήταν ταχείας κυκλοφορίας, ομοίως ίδιες μεταξύ τους, με δύο λωρίδες σε κάθε κατεύθυνση, επιτρεπόμενη ταχύτητα τα 110 km/h και κίνηση και στα δύο ρεύματα. Η μία οδός από κάθε τύπο οδηγήθηκε με την υποστήριξη του ACC και η άλλη χωρίς αυτή. Κατά τη διάρκεια της διαδρομής δημιουργήθηκαν διάφορες καταστάσεις, κανονικές και ακραίες.

Τα οχήματα των συμμετεχόντων τέθηκαν ως μέρος μιας ροής μέσα στον προσομοιωτή, όπου οδηγώντας συναντούσαν αυτοκίνητα και προσπερνούσαν από άλλα, σε όλους τους τύπους των οδών. Τα σενάρια της δοκιμής ήταν για χαμηλή έως μέτρια ροή, με διάφορα συμβάντα κατά την διαδρομή.

3.3.5 Μετρήσεις

- **Απόδοση οδήγησης:** Μετρήθηκαν η μέση ταχύτητα και η τυπική απόκλιση της, η θέση του οχήματος στη λωρίδα και η τυπική απόκλιση, η οδήγηση στην αριστερή λωρίδα, η συμπεριφορά κατά την προσπέραση, ο χρόνος TTC, οι χρονικοί διαχωρισμοί των οχημάτων
- **Πνευματικός φόρτος:** Μετρήθηκε με τα ειδικά διαγράμματα NASA-TLX και την κλίμακα RSME
- **Χρηστικότητα:** Μετρήθηκε με ερωτηματολόγια SUS (Brooke, 1996)
- **Αποδοχή από το χρήστη:** Με ερωτηματολόγια User Acceptance (Van der Laan et al., 1997) και ερωτηματολόγια αποδοχής Knoche
- **Διάθεση για πληρωμή:** Με ερωτηματολόγια
- **Χαρακτηριστικά χρήστη:** Με ερωτηματολόγια
- **Προσιτή ορολογία για τον χρήστη:** Με συνεντεύξεις και ερωτήσεις που αφορούσαν το όνομα και τη λειτουργικότητα του συστήματος, καθώς και απρόσμενες αντιδράσεις του συστήματος.

Μία επιπλέον διερεύνηση έγινε για πιθανή επιρροή από τα μέσα καταγραφής πάνω σε παραλαμβανόμενα αποτελέσματα από τη χρήση του συστήματος. Έτσι,

χρησιμοποιήθηκαν κάποιες επιπλέον συσκευές, μόνο, όμως, για δρόμους ταχείας κυκλοφορίας, και για χρόνο απόστασης μόνο αυτόν του 1.0 sec. Επίσης, επιπλέον διερευνήθηκαν και οι προτιμήσεις του δείγματος σε σχέση με τον ελάχιστο χρόνο απόστασης.

3.3.6 Αποτελέσματα μελέτης

- Το ACC μείωσε τις μέγιστες ταχύτητες, καθώς και το εύρος διακύμανσής τους
- Σε περιβάλλον οδού ταχείας κυκλοφορίας αυξήθηκε η παραμονή στην αριστερή λωρίδα με το σύστημα, δείγμα ενδεχομένως της δυσαρέσκειας που έδειξαν οι οδηγοί στην περίπτωση όπου το ACC επενέβαινε στην επιβράδυνση
- Το πλήθος αλλαγών λωρίδας δεν επηρεάστηκε από το σύστημα
- Ο χρόνος TTC μειώθηκε σε κάποιες μη κρίσιμες καταστάσεις, με τη χρήση του ACC
- Σε κάποιες μη κρίσιμες καταστάσεις μειώθηκαν τα φρεναρίσματα
- Αποτέλεσμα χρήσης του ACC είναι η μείωση του πνευματικού φόρτου του οδηγού στην οδήγηση σε οδό ταχείας κυκλοφορίας
- Η αποδοχή από τους χρήστες ήταν αρκετά υψηλού βαθμού, με έμφαση στην χρηστικότητα και την ευχαρίστηση. Το ACC κρίθηκε εύκολο στη χρήση του, καθώς και ότι θα μπορεί να κάνει την οδήγηση πιο εύκολη και άνετη

Γενικά τα αποτελέσματα δείχνουν ενθαρρυντικά, αν και πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το ACC λειτούργησε ακριβώς όπως έπρεπε σε όλες τις περιπτώσεις, πράγμα που δύσκολα θα συμβαίνει σε πραγματικές καταστάσεις. Οι απόψεις των οδηγών μπορεί να μην ήταν τόσο θετικές αν το σύστημα δεν ήταν εκ των πραγμάτων τέλειο. Το ίδιο μπορεί να συνέβαινε με τις μετρήσεις συμπεριφοράς.

3.4 Δοκιμή DMS

3.4.1 Γενικά

Το σύστημα DMS ερευνήθηκε και εξετάστηκε από το RUG, σε συνεργασία με τη Siemens. Το εν λόγω σύστημα αφορά υποστήριξη και ενημέρωση του οδηγού σε σχέση με την ενάργεια του, με βάση την κίνηση των ματιών του.

Οι κύριοι στόχοι της αξιολόγησης ήταν να βρεθεί:

- Αν η συμπεριφορά των οδηγών επηρεάζεται αρνητικά από το σύστημα
- Αν οι οδηγοί προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους στη λειτουργία του συστήματος
- Αν ο οδηγός βασίζεται στο σύστημα
- Αν η επιρροή που έχει το σύστημα στον οδηγό εξαρτάται από τις αντιδράσεις του συστήματος, το κυκλοφοριακό περιβάλλον και την πυκνότητα κυκλοφορίας
- Αν η αποδοχή του συστήματος εξαρτάται από τις αντιδράσεις του συστήματος, το κυκλοφοριακό περιβάλλον και την κυκλοφοριακή πυκνότητα

3.4.2 Δείκτες

Οι δείκτες που μετρήθηκαν ήταν:

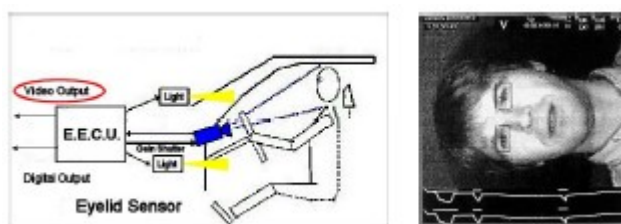
- Η ταχύτητα, αμφότερες η μέση και η τυπική απόκλιση
- Η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα, μέση τιμή και τυπική απόκλιση
- Η εγκάρσια θέση πάνω στην λωρίδα και η τυπική απόκλιση
- Η τυπική απόκλιση των κινήσεων του τιμονιού
- Αυτοαξιολόγηση χρηστών ως προς πνευματικό φόρτο (RSME) και ενεργοποίηση (Barthenwerfer)
- Ο καρδιακός παλμός και ανάλογες παράμετροι (πνευματική προσπάθεια)
- Ο υπολογισμός και καταγραφή της αποδοχής από τους χρήστες, με ερωτηματολόγια προς συμπλήρωση πριν από τη δοκιμή, για τις προσδοκίες των χρηστών, και μετά τη δοκιμή, για τις αντιδράσεις από την εμπειρία από το σύστημα.

3.4.3 Ο προσομοιωτής και το όχημα

Ο προσομοιωτής αποτελείται από ένα πραγματικό μοντέλο BMW 525, με το πραγματικό ταμπλό και λειτουργίες. Ως μέσο προβολής διαθέτει μία οθόνη με 165° οριζόντιο και 45° κάθετο οπτικό πεδίο. Το DMS που τοποθετήθηκε, ειδοποιούσε τον οδηγό για την ενάργεια του, ελέγχοντας τις κινήσεις των ματιών με έναν ειδικό αισθητήρα (ELS-Eyelid sensor). Ο αντικειμενικός σκοπός ήταν η διερεύνηση της αποδοχής και ανταπόκρισης του χρήστη για το σύστημα, και όχι το τεχνικό του μέρος.

3.4.4 Το σύστημα

Το ELS ανίχνευε τις κινήσεις και τα κλεισίματα των βλεφάρων, καθώς και το χρόνο που διαρκούσαν αυτά. Τα αποτελέσματα αρχειοθετήθηκαν για τρεις κατηγορίες κατάστασης του οδηγού, απόλυτα εναργής, με μειωμένη ενάργεια και λίγο πριν από την κατάσταση ύπνου. Στην **Εικόνα 3.3** φαίνονται τα αποτελούντα το ELS μέρη, μία κάμερα, δύο πηγές φωτός και μία μονάδα προβολής (EECU-Eyelid Electronic Control Unit), όπως και ένα παράδειγμα λήψης.



Εικόνα 3.3: Σύστημα ELS και εικόνα λήψης.

Κατά τη δοκιμή διαπιστώθηκε ότι το ELS δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει ικανοποιητικά τις κινήσεις των ματιών όταν οι χρήστες φορούσαν γυαλιά. Όμως και για οδηγούς που δεν φορούσαν γυαλιά, το σύστημα είχε δυσκολία στο να αξιολογήσει σωστά την κατάσταση του οδηγού. Στην πράξη, η ανίχνευση της ενάργειας έγινε με συνδυασμό των δεδομένων του ELS, άλλων ενδείξεων υπνηλίας και ενδείξεων ανεπαρκούς ελέγχου του οχήματος.

3.4.5 Υποδομή της οδού και κυκλοφοριακό περιβάλλον

Το οδικό περιβάλλον της εφαρμογής ήταν μία οδός ταχείας κυκλοφορίας. Για περισσότερη μονοτονία δεν υπήρχε άλλη κίνηση στην οδό και το κιβώτιο ταχυτήτων ρυθμίστηκε σε αυτόματο. Η διαδρομή ήταν μήκους 50 km, χωρισμένη σε 4 ίσα τμήματα.

3.4.6 Σχεδιασμός της μελέτης

Το δείγμα που εξετάστηκε αποτελούνταν από 20-30 άτομα, ηλικίας 21-60 ετών, οι οποίοι είχαν εμπειρία τουλάχιστον 5000 km. Τα άτομα αυτά ήταν εργαζόμενα σε νοσοκομεία και κλήθηκαν να οδηγήσουν μετά από τη νυχτερινή τους βάρδια. Οδήγησαν δύο φορές, μία σε κατάσταση πλήρους ενάργεια, σε μία μέρα χωρίς νυχτερινή βάρδια, και μία αμέσως μετά από 8ωρη ή 10ωρη νυχτερινή εργασία.

3.4.7 Μετρήσεις

- **Απόδοση οδήγησης:** Μετρήθηκαν η μέση ταχύτητα και η τυπική απόκλιση της, η θέση του οχήματος στη λωρίδα και η τυπική απόκλιση, το πλήθος διασχίσεων λωρίδας, ο χρόνος οδήγησης εκτός λωρίδας, καθώς και δεδομένα προκύπτοντα από το ELS.
- **Πνευματικός φόρτος:** Μετρήθηκε με την κλίμακα RSME
- **Κούραση:** Μετρήθηκε με την κλίμακα Rating Scale Fatigue (RSF, DeWaard et al., 1996)
- **Υπνηλία:** Με την κλίμακα Stanford Sleepiness Scale (SSS, Hodes et al., 1973)
- **Ποιότητα οδήγησης:** Με ερωτηματολόγιο Driving Quality Scale (Brookhuis, 1993)
- **Κίνδυνοι και ασφάλεια:** Με ειδικούς δείκτες (Heino et al., 1996)
- **Αποδοχή από τον χρήστη:** Με ερωτηματολόγιο User Acceptance (Van der Laan et al., 1997)
- **Διάθεση για πληρωμή:** Με ερωτηματολόγιο
- **Χαρακτηριστικά χρήστη:** Με ερωτηματολόγιο

3.4.8 Αποτελέσματα μελέτης

- Η μέση ταχύτητα μειώνονταν όταν οι οδηγοί ήταν κουρασμένοι
- Οι οδηγοί έκαναν περισσότερες διορθωτικές κινήσεις στο δρόμο όταν ήταν κουρασμένοι
- Αξιοσημείωτη απόκλιση από τη λωρίδα όταν υπήρχε κούραση, η οποία αυξάνονταν με το χρόνο
- Η αποδοχή του συστήματος ήταν υψηλή για άτομα που δούλευαν νυχτερινές βάρδιες
- Η χρησιμότητα του DMS ήταν υψηλή
- Η υποκειμενική οδηγική ποιότητα μειωνόταν με την κούραση
- Η υποκειμενικοί κίνδυνοι αυξάνονταν με την κούραση
- Το DMS κρίθηκε σημαντικό για επαρχιακό δίκτυο και δρόμους ταχείας κυκλοφορίας

3.5 Δοκιμή CW/LW

3.5.1 Γενικά

Η δοκιμή που εφαρμόστηκε από το USTUTT/IAT είχε να κάνει με τη χρηστικότητα και την αποδοχή συνδυασμών ΗΜΠ για προειδοποίηση σύγκρουσης και αλλαγή λωρίδας. Οι κύριοι στόχοι ήταν δύο, η διερεύνηση της χρηστικότητας και της αποδοχής διαφορετικών τρόπων ειδώσεων (τονίζεται ότι οι συνδυασμένες μέθοδοι είναι αυτές που ενδείκνυνται) και η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το εργαστήριο, με τα αντίστοιχα του προσομοιωτή.

Τα άτομα που πήραν μέρος στη δοκιμή ήταν 60 κοινοί οδηγοί, άντρες και γυναίκες ηλικίας 22-55 ετών, οι οποίοι έπρεπε να έχουν μία εμπειρία τουλάχιστον δύο χρόνων, με πάνω από 10.000 km.

3.5.2 Οργάνωση δοκιμής

Χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη προσομοιώσεων, σε τυπικό προσομοιωτή απομίμησης οχήματος και σε προσομοιωτή υπολογιστή. Ο προσομοιωτής οχήματος ήταν μία απομίμηση οχήματος και θέσης οδηγού, εξοπλισμένη με τιμόνι, πετάλια, μοχλό ταχυτήτων και άλλα κοινά όργανα αυτοκινήτου. Το περιβάλλον του οχήματος, το οπτικό πεδίο και οι καθρέφτες ήταν οθόνες τύπου CRT, **Εικόνα 3.4**, και οι ήχοι ανάλογοι με αυτούς πραγματικού αυτοκινήτου. Για τις ανάγκες της δοκιμής χρησιμοποιήθηκαν συνδυασμένοι τρόποι ειδοποίησης.

Ο προσομοιωτής υπολογιστή ήταν ένα σύστημα λογισμικού σε περιβάλλον HTML και JavaScript, που έτρεχε σε Web Browsers (MS Internet Explorer 4 και 5). Το ψηφιακό αυτοκίνητο οδηγούνταν με πληκτρολόγιο. Προσαρμόστηκαν ψηφιακοί ήχοι, ενώ εξομοιώθηκαν και οι ειδοποιήσεις.



Εικόνα 3.4: Οι προσομοιωτές σε περιβάλλον υπολογιστή και απομίμησης οχήματος.

3.5.3 Υποδομή της οδού

Το περιβάλλον του προσομοιωτή οχήματος ήταν μία διαδρομή 6 km, με διάφορους κυκλοφοριακούς φόρτους. Γενικά η κυκλοφορία ήταν αραιή, με ξαφνικά συμβάντα. Προσομοιώθηκαν αυτοκινητόδρομοι και οδοί ταχείας κυκλοφορίας.

Όσο αναφορά τον προσομοιωτή υπολογιστή, το σενάριο ήταν η ύπαρξη οχημάτων μπροστά, και κυκλοφορία στην οδό γενικά. Οι οδηγοί ήταν υποχρεωμένοι να επιδίδονται σε ενέργειες αλλαγής λωρίδας, προσπεράσεις και να ακολουθούν άλλα οχήματα.

3.5.4 Το σύστημα

Τρία διαφορετικά συστήματα τέθηκαν προς αξιολόγηση, τα CW, LW και ο συνδυασμός των δύο. Χρησιμοποιήθηκαν 4 σενάρια που αφορούσαν διαφορετικές συνθήκες αναφορικά με περιβάλλον, κατάσταση οδηγού, κατάσταση οδού και κυκλοφοριακό φόρτο, και άλλα 2 σενάρια για κάθε τύπο προσομοιωτή. Τα σενάρια προέβλεπαν αναπάντεχες καταστάσεις για απότομες κινήσεις τιμονιού και επιβράδυνσης. Οι τρόποι ειδοποίησης περιελάμβαναν ήχους προειδοποίησης (beep), ήχους προσομοίωσης εξάρσεων τύπου rumble strip, επέμβαση στο χειρισμό του οχήματος και αυτόματη επιβράδυνση.

3.5.5 Μετρήσεις

- **Αποτελεσματικότητα των διαφόρων τρόπων ειδοποίησης:** Μετρήθηκαν με τους χρόνους αντίδρασης των οδηγών από τη στιγμή της προειδοποίησης
- **Αποδοχή:** Ορίστηκε βάσει της αποδοχής του συστήματος από το χρήστη και από τη διάθεσή του για πληρωμή
- **Χρηστικότητα απλών ειδοποιήσεων:** Ορίστηκε με αντικειμενικό τρόπο από το χρόνο αντίδρασης, και με υποκειμενικά κριτήρια για αποτελεσματικότητα και αποδοχή από το χρήστη

3.5.6 Αποτελέσματα μελέτης

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ως προς την αποδοχή και τη χρηστικότητα ήταν τα εξής:

- Η υποκειμενική βαθμολόγηση της χρηστικότητας των προειδοποιήσεων ήταν παρόμοια για αμφότερα τα είδη προσομοίωσης
- Η βαθμολόγηση της αποδοχής από το χρήστη ήταν παρόμοια για αμφότερα τα είδη προσομοίωσης

Η αξιολόγηση της επίδοσης των οδηγών έδειξε ότι:

- Ο προσομοιωτής υπολογιστή είχε χαρακτηριστικό την καθυστερημένη αντίδραση στο φρενάρισμα, σε σχέση με τον αντίστοιχο οχήματος
- Η βαθμολόγηση των χρόνων αντίδρασης δεν μπορούσε να είναι απόλυτα συγκρινόμενη για τους δύο προσομοιωτές, για τον τύπο ειδοποιήσεων που χρησιμοποιήθηκαν.

3.6 Δοκιμή Board Computer

3.6.1 Γενικά

Η εν λόγω δοκιμή πραγματοποιήθηκε από την JDR, ολλανδική εταιρία μεταφορών. Πέντε από τα φορτηγά της εταιρίας εξοπλίστηκαν με υπολογιστές, όπως οι αντίστοιχοι της **Εικόνας 3.5**. Οι γενικοί αντικειμενικοί σκοποί ήταν η ελαχιστοποίηση του χρόνου μεταφοράς και η εξοικονόμηση χρημάτων, στοιχεία που απασχολούν κυρίως τέτοιες μεταφορικές εταιρίες.



Εικόνα 3.5: Αριστερά υπολογιστής τύπου Board Computer 7^{ης} γενιάς και δεξιά 8^{ης} γενιάς.

Οι στόχοι της δοκιμής του συστήματος χάραξης δρομολογίου και διαχείρισης στόλου ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο οι οδηγοί επηρεάζονται από αυτό. Το σύστημα εξετάστηκε και σε επίπεδο άνεσης, αξιοπιστίας, ανθεκτικότητας και ευαισθησίας.

3.6.2 Το σύστημα

Ο υπολογιστής αξιολογήθηκε με δοκιμή στο εργαστήριο. Το σύστημα αποτελείται από μία συσκευή που βοηθάει στην επιλογή δρομολογίου, όπως και στην πληροφόρηση και επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Το σύστημα ενημερώνει αυτόματα το κέντρο για τις δραστηριότητες και την πορεία του οχήματος, χωρίς να είναι απαραίτητη η άμεση επικοινωνία του οδηγού με αυτό. Με αυτό τον τρόπο οι σχεδιαστές δρομολογίου μπορούν πιο εύκολα να προγραμματίζουν την πορεία του οχήματος, ξέροντας τα σημεία όπου μπορεί να υπάρχουν καθυστερήσεις, ώστε να μπορεί να υπάρχει και η αντίστοιχη ενημέρωση. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βελτιωθεί και η ισορροπία μεταξύ της κούρασης και της αποδοτικότητας του οδηγού. Μία τέτοια ισορροπία μπορεί να επηρεάσει την οδική ασφάλεια σε σχέση με την συμπεριφορά των οδηγών φορτηγών, καθώς είναι δυνατόν να μειωθεί η προσοχή του οδηγού λόγω κούρασης.

3.6.3 Οι οδηγοί

Οι απόψεις των οδηγών για την επιρροή, τις νέες δυνατότητες και τη δομή του συστήματος συλλέχθηκαν με ειδικά ερωτηματολόγια. Οι οδηγοί είχαν επίσης τη δυνατότητα να προτείνουν τρόπους βελτίωσης του συστήματος, βασισμένους στην εμπειρία και τις ανάγκες τους. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ηλικιακές ομάδες, των άνω και κάτω των 50 ετών.

3.6.4 Μετρήσεις

- **Απόδοση οδήγησης:** Μέσοι ελάχιστοι χρονικοί διαχωρισμοί, χρόνοι αντίδρασης, χρόνοι TTC, ταχύτητα, επιβραδύνσεις και επιταχύνσεις, θέση στη λωρίδα και τυπική απόκλιση
- **Επίγνωση κατάστασης:** Με τεχνική παύσης (freezing technique) συνοδευόμενη από ερωτηματολόγια SAGAT (Endsley, 1994)
- **Πνευματικός φόρτος:** Με ερωτηματολόγια NASA-TLX
- **Άνεση:** Με ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο

3.6.5 Αποτελέσματα μελέτης

Η δοκιμή κατέδειξε ότι:

- Οι ηλικιωμένοι (>50 ετών) οδηγοί συνήθως φορούν γυαλιά
- Οι νεαροί οδηγοί είναι ικανοί να οδηγούν ανενόχλητα όταν διαβάζουν την οθόνη του υπολογιστή
- Οι νεαροί οδηγοί δεν ενδιαφέρονται αν οι πληροφορίες δίνονται με ομιλία ή οπτικά
- Οι ηλικιωμένοι προτιμούν την οπτική πληροφόρηση από την ομιλία
- Οι υπολογιστές της 8^{ης} γενιάς φάνηκε να έχουν πιο αποδεκτή δομή των μενού σε σχέση με τους αντίστοιχους 7^{ης} γενιάς

3.7 Δοκιμή ACC-Stop & Go

3.7.1 Γενικά

Ο φορέας που ασχολήθηκε με τη δοκιμή του ACC-S&G ήταν το TRL, με στόχο το σχεδιασμό ενός συστήματος για αστικό περιβάλλον που θα εξασφαλίζει περισσότερη άνεση για τους οδηγούς και θα τους απαλλάσσει από τη συνεχή σωματική προσπάθεια και πίεση από τις συνεχείς επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις. Είχε, επίσης, σκοπό τη διερεύνηση των αλλαγών στη συμπεριφορά, αλλά και στην προσπάθεια, στην κούραση και στην ενάργεια των οδηγών. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα θα βοηθούσαν στο να δημιουργηθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα για την ασφάλεια, την αποδοχή και τη άνεση, ώστε να προωθηθεί κατάλληλα το σύστημα.

3.7.2 Οι οδηγοί

Το δείγμα αποτελούνταν από 40 συμμετέχοντες, χωρισμένους ισόποσα σε δύο ηλικιακές κατηγορίες, μία με νεαρά άτομα ηλικίας κάτω 25 ετών και μία με ηλικιωμένους άνω των 60 ετών. Χρησιμοποιήθηκε ίσος αριθμός εκπροσώπων από τα δύο φύλα. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να έχουν τουλάχιστον 2ετή εμπειρία και να μην έχουν προβλήματα όρασης ή ακοής.

3.7.3 Ο προσομοιωτής

Ο προσομοιωτής του TRL που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση του συστήματος αποτελείται από ένα πραγματικό μοντέλο οχήματος, με οθόνη απεικόνισης οπτικού πεδίου 270°.

3.7.4 Το σύστημα

Το σύστημα διέθετε τις λειτουργίες ενός κλασικού ACC και μιας επιπλέον λειτουργίας S&G, συνδυασμός ο οποίος έχει μεγάλα πλεονεκτήματα σε συνθήκες συνεχών σταματημάτων και εκκινήσεων μέσα στις πόλεις, αλλά και σε περιπτώσεις συμφόρησης λόγω εισόδου σε αυτοκινητοδρόμους. Το ACC λειτουργούσε σαν ένα κλασικό σύστημα πλοήγησης, διατηρώντας την ταχύτητα του οχήματος σταθερή, αλλά και σαν σύστημα διατήρησης σταθερής απόστασης από τα προπορευόμενα οχήματα. Το S&G είχε τη δυνατότητα να φρενάρει αυτόματα και να επιταχύνει σε

καταστάσεις συνεχών σταματημάτων και εκκινήσεων. Οι τρεις λειτουργίες του συστήματος προσαρμόστηκαν στον προσομοιωτή, όπου έγινε και μία επιπλέον προσαρμογή χρήσης του συστήματος από τον οδηγό, υπό μορφή μίας φωτεινής ένδειξης που έδειχνε αν το σύστημα ήταν ενεργοποιημένο ή όχι.

3.7.5 Υποδομή της οδού και κυκλοφοριακές συνθήκες

Το σενάριο προέβλεπε μία οδό σε αστικό περιβάλλον. Η διαδρομή περιείχε διασταυρώσεις, σηματοδότες και κυκλικούς κόμβους. Η επιτρεπόμενη ταχύτητα ήταν 40 mph. Η κυκλοφορία μπορούσε να είναι είτε πυκνή, είτε αραιή, με συνεχείς αυξομειώσεις στην ταχύτητα των προπορευόμενων οχημάτων. Επίσης, περιείχε συμβάντα κατά τη διάρκεια της διαδρομής, ελέγχοντας το χρόνο αντίδρασης του οδηγού.

3.7.6 Σχεδιασμός της δοκιμής

Όλοι οι οδηγοί ήταν εξοπλισμένοι με το σύστημα, αλλά οδήγησαν σε καταστάσεις με και χωρίς την υποστήριξή του, σε συνθήκες υψηλού και χαμηλού φόρτου. Ίσος αριθμός ατόμων και αναλογίας φύλου συμμετείχε σε όλες τις περιπτώσεις.

3.7.7 Μετρήσεις

- **Απόδοση οδήγησης:** Ταχύτητα, θέση του οχήματος στη λωρίδα και η τυπική απόκλιση, μέσοι ελάχιστοι χρονικοί διαχωρισμοί, χρόνοι αντίδρασης, χρόνος TTC, επιβραδύνσεις και επιταχύνσεις
- **Χρόνος αντίδρασης:** Μετρήθηκε βάσει της ταχύτητας αντίδρασης (κορνάρισμα) σε εμφάνιση ενός προειδοποιητικού τριγώνου στην οθόνη
- **Επίγνωση κατάστασης:** Με την τεχνική παύσης (freezing technique), συνοδευόμενη από ερωτηματολόγια SAGAT (Endsley, 1994)
- **Πνευματικός φόρτος:** Μετρήθηκε με τα ειδικά διαγράμματα NASA-TLX και την κλίμακα RSME
- **Χρηστικότητα:** Μετρήθηκε με ερωτηματολόγια SUS (Brooke, 1996) και χρηστικότητας και άνεσης οδήγησης
- **Αποδοχή από το χρήστη:** Με ερωτηματολόγια User Acceptance (Van der Laan et al., 1997)
- **Διάθεση για πληρωμή:** Με ερωτηματολόγια
- **Χαρακτηριστικά χρήστη:** Με ερωτηματολόγια
- **Προσιτή ορολογία για τον χρήστη:** Με συνεντεύξεις και ερωτήσεις που αφορούσαν το όνομα και τη λειτουργικότητα του συστήματος, καθώς και απρόσμενες αντιδράσεις του συστήματος.

3.7.8 Αποτελέσματα μελέτης

- Η μείωση στο φόρτο του οδηγού λόγω του ACC-S&G μπορεί να προκαλέσει μείωση στην προσοχή και ετοιμότητα του οδηγού
- Οι παράμετροι του συστήματος θα πρέπει να είναι ρυθμίσιμες, για την πρόληψη της δυσφορίας και έλλειψης εμπιστοσύνης του οδηγού

- Ο αποκλεισμός κάποιων χειρισμών οδήγησης μειώνει την ευχαρίστηση από αυτήν
- Οι γηραιότεροι οδηγοί δεν αποδέχονται εύκολα το σύστημα και αισθάνονται άβολα, χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει την οδήγησή τους
- Η αποτελεσματικότητα των μετρήσεων αξιολόγησης των ΣΣΥΟ ως προς την ασφάλεια θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη με μεγαλύτερη προσοχή
- Κάποιες μέθοδοι αναγνωρίστηκαν σαν αποτελεσματικές για το ACC, κάποιες όχι και κάποιες άλλες χρειάζονται περαιτέρω εξέλιξη
- Διαφορετικά είδη ΣΣΥΟ χρειάζονται διαφορετικές μετρήσεις αξιολόγησης
- Ένα μεμονωμένο είδος μετρήσεων δεν μπορεί να αξιολογήσει επαρκώς ένα ΣΣΥΟ ως προς την ασφάλεια

3.8 Λοιπές αναφορές πιλοτικών δοκιμών

Πέρα από το παράδειγμα του ερευνητικού προγράμματος ADVISORS, που ασχολήθηκε εκτενώς με την αξιολόγηση των ΣΣΥΟ και τη σχετική μεθοδολογία της, υπάρχουν και άλλοι φορείς που οργανώνουν ανάλογες πιλοτικές δοκιμές για την εξαγωγή συμπερασμάτων που έχουν να κάνουν με τις διάφορες παραμέτρους της.

3.8.1 Ερευνητικό πρόγραμμα AWAKE

Άλλο ένα ερευνητικό πρόγραμμα που πραγματοποίησε πιλοτικές δοκιμές στα πλαίσια αξιολόγησης ΣΣΥΟ ήταν το AWAKE, το οποίο ασχολήθηκε ειδικά με συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού. Ειδικότερα, το 2002 οργάνωσε εφαρμογές για τα υποσυστήματα HDM (Hypnovigilance Diagnosis Module), TRE (Traffic Risk Estimation), DWS (Driver Warning System) και HM (Hierarchical Manager), με παραπλήσια μεθοδολογία και ανάλογους προσομοιωτές, δείγματα και ερωτηματολόγια. Έλαβαν χώρα 19 πιλοτικές δοκιμές με αντίστοιχα συμπεράσματα.

3.8.2 Ερευνητικό πρόγραμμα STARDUST

Άλλο ένα ερευνητικό πρόγραμμα που ασχολείται με αξιολόγηση ΣΣΥΟ, και ασφαλώς περιλαμβάνει και πιλοτικές δοκιμές, είναι το STARDUST, με συνεργάτες από την Αγγλία (TRG), τη Γαλλία (INRETS) και τη Νορβηγία (SINTEF). Τα αποτελέσματα από τις τελευταίες δοκιμές δόθηκαν τον Ιούλιο του 2003. Οι εν λόγω δοκιμές έλαβαν χώρα στο Παρίσι, στο Όσλο και στο Σαουθάμπτον, με προσομοιωτές και πρότυπα οχήματα, και ΣΣΥΟ που περιλαμβάνουν τα ISA, ACC-Stop & Go και Lane Keeping. Οι παράμετροι αξιολόγησης αφορούν και εδώ στην αποδοχή, στην οδηγική συμπεριφορά, στην απόδοση της οδήγησης, όπως και σε επιρροές στο περιβάλλον, στην κυκλοφορία και στα κοινωνικοοικονομικά αποτελέσματα.

3.8.3 Πιλοτική δοκιμή της SNRA

Πιλοτικές δοκιμές του συστήματος ISA έχουν λάβει χώρα σε 4 πόλεις στη Σουηδία, σε αστικό περιβάλλον, υπό την αιγίδα της SNRA (Swedish National Road Administration). Οι φιλοδοξίες της SNRA είναι πολύ υψηλές, αφού έχει ως στόχο το γνωστό ως «όραμα μηδέν», στα πλαίσια του οποίου πραγματοποιήθηκε το εν λόγω δοκιμαστικό σχέδιο με τη συνεργασία τεσσάρων δήμων που εξέτασαν διαφορετικές

πτυχές της λειτουργίας του συστήματος. Όπως γίνεται αντιληπτό, το δείγμα ήταν πολύ μεγάλο και ήταν απαραίτητος ο εξοπλισμός ενός πολύ μεγάλου αριθμού οχημάτων με το σύστημα. Ο ορισμός των επιτρεπόμενων ταχυτήτων έγινε είτε μέσω GPS και χρήση δυναμικών ψηφιακών χαρτών, είτε με πομπούς επί των πινακίδων ορίων ταχύτητας.

3.9 Σύνοψη

Γενικά στην Ευρώπη λαμβάνει χώρα μία μεγάλη προσπάθεια αξιολόγησης και προώθησης των ΣΣΥΟ, με την πορεία προς το στόχο αυτό να περνάει από τις πιλοτικές εφαρμογές σε προσομοιωτές και πραγματικό περιβάλλον με πρότυπα οχήματα. Υπάρχει η αίσθηση πως τα ΣΣΥΟ μπορούν να λύσουν πολλά από τα υφιστάμενα προβλήματα στην κυκλοφορία, κυρίως σχετικά με την οδική ασφάλεια, και προς την κατεύθυνση αυτή γίνονται μεγάλες επενδύσεις ακόμα και από κράτη, για να μπορέσουν τα συστήματα αυτά να εξελιχθούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα και να φανούν τα αποτελέσματά τους στην κοινωνία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μπεκιάρης Ε., «Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού επί του οχήματος», Σημειώσεις Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΜΕΤΜ, Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2003
- Μπεκιάρης Ε., «Επίδραση ΣΣΥΟ σε Ασφάλεια», Σημειώσεις Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΜΕΤΜ, Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2003
- Μπεκιάρης Ε., «Επίδραση ΣΣΥΟ σε Περιβάλλον και Κυκλοφοριακό Φόρτο», Σημειώσεις Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΜΕΤΜ, Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2003
- ADVISORS, “Deliverable D1/2.1 v12: Problem identification and Actor Classification”, February 2003
- ADVISORS, “Deliverable D1.2 v12.3: Inventory of ADAS and User Needs, Update 2002”, November 2002
- ADVISORS, “Deliverable D2 v1: Actor interests, acceptance, responsibilities and users’ awareness enhancement”, May 2001
- ADVISORS, “Deliverable D3/8,1 v4: Compendium of existing Insurance schemes and Laws, risk analysis of ADA systems and expected driver behavioural changes. User awareness enhancement, dissemination report and market Analysis and ADAS marketing strategy”, May 2001
- ADVISORS, “Deliverable D3.2 v2: Framework for Insurance and related Liability issues, gaps and barriers for the implementation and expected Organisational changes”, June 2002
- ADVISORS, “Deliverable D4.1 v1.2: Development of multiparameter criteria and a common impact assessment methodology”, August 2001
- ADVISORS, “Deliverable D4/5.2 v8: An Integrated Methodology and Pilot Evaluation Results”, November 2002
- ADVISORS, “Deliverable D6.1: Integrated Multicriteria Analysis for Advanced Driver Assistance Systems”
- ADVISORS, “Deliverable D7.1 v6: Priority Implementation Scenarios and schemes regarding equity, insurance policies, legislation incentives and organisational consequences for ADAS deployment. Type approval and standardisation recommendations”, February 2003
- ADVISORS, “Final Publishable Report”, April 2003
- AWAKE, “Deliverable D5.1: Driver Warning Concept”, October 2002
- AWAKE, “Deliverable D7.1: Preliminary Pilot Plans”, January 2003
- STARDUST, “Deliverable D1: Critical Analysis of ADAS/AVG Options to 2010, selection of Options to be Investigated”
- STARDUST, “Deliverable D2, 3: Scenarios and Evaluation Framework for City Case Studies”
- STARDUST, “Deliverable D4: Assessment of behavioural acceptance of intelligent infrastructure and ADAS/AVG systems”, September 2003

- STARDUST, “Deliverable D9: The Legal and Institutional Aspects of the Deployment of ADAS/AVGS: Review and Synthesis of Existing Analysis”, October 2003
- EVSC, “Deliverable D17: Final Report: Integration”, July 2000
- GADGET, “Deliverable D1: In-Vehicle Safety devices”, May 1999
- Lahrman H., Runge Madsen J., Boroch T., “INFATI - Intelligent Speed Adaptation - Development of a GPS based ISA-system and field trial of the system with 24 test drivers”, Aalborg University
- LAVIA, “Limitation Adaptive de Vitesse: Le Projet LAVIA”, January 2003

ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

ADVISORS: <http://www.advisors.iao.fhg.de>

AWAKE: <http://www.awake-eu.org>

EVSC: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/evsc>

GADGET: <http://www.kfv.or.at/gadget>

INFATI: <http://www.infati.dk>

LAVIA: <http://heberge.lcpc.fr/lavia>

STARDUST: <http://www.trg.soton.ac.uk/stardust>

Σουηδική δοκιμή ISA: <http://www.isa.vv.se>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΚΕΣ

Στο παρόν Παράρτημα παρατίθεται μία σειρά από ερωτηματολόγια και κλίμακες μέτρησης διαφόρων μεγεθών που είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν κατά τη διαδικασία αξιολόγησης των ΣΣΥΟ. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το πεδίο εφαρμογής των εν λόγω εργαλείων, ο αναγνώστης παραπέμπεται στο Κεφάλαιο 2 του παρόντος.

Τα περιεχόμενα του Παραρτήματος είναι τα εξής:

- *KSS - Karolinska Sleepiness Scale (Reyner & Horne, 1998)*
- *RSME - Rating Scale Mental Effort (Zijlstra, 1993)*
- *Usability Questionnaire (System Usability Scale, Brooke, 1996)*
- *User Acceptance Scale (Van der Laan et al., 1997)*
- *Willingness to pay Questionnaire*
- *User Profile Questionnaire*
- *Driving Quality Scale (Brookhuis, 1993)*
- *Self-reported Comprehension Questionnaire*

KSS - Karolinska Sleepiness Scale (Reyner & Horne, 1998)

Παρατίθεται η τροποποιημένη κλίμακα KSS από τους Reyner & Horne, 1998.

Κλίμακα KSS για τον οδηγό-συμμετέχοντα:

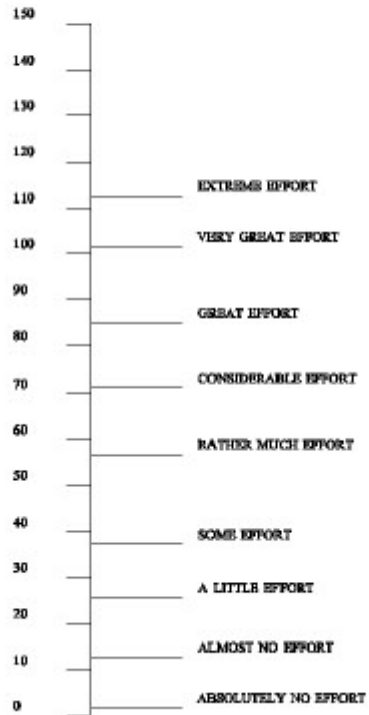
Rate	Verbal descriptions
1	extremely alert
2	very alert
3	alert
4	rather alert
5	neither alert nor sleepy
6	some signs of sleepiness
7	sleepy, but no effort to keep alert
8	sleepy, some effort to keep alert
9	very sleepy, great effort to keep alert, fighting sleep

Κλίμακα KSS για τον επόπτη της δοκιμής:

Rate	Verbal descriptions
1	extremely alert
2	very alert
3	alert
4	rather alert
5	neither alert nor sleepy
6	some signs of sleepiness
7	sleepy, but no effort to keep alert
8	sleepy, some effort to keep alert
9	very sleepy, great effort to keep alert, fighting sleep
10	sleep

RSME - Rating Scale Mental Effort (Zijlstra, 1993)

Please indicate, by marking the vertical axis below, how much effort it took for you to complete the task you've just finished



Usability Questionnaire (System Usability Scale, Brooke, 1996)

The questionnaire below is designed to evaluate the Human-Machine Interface of an invehicle system, and selected as the mandatory test for measuring usability. Not all aspects mentioned in the table will be of interest or applicable in each pilot. Please leave these aspects out, or change the wording as to make the table more applicable to the pilot context.

<u>Tick one box in each line:</u>	<i>Strongly disagree</i>			<i>Strongly agree</i>	
I think that I would like to use this system frequently	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I found the system unnecessarily <i>complex</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I thought the system was easy to use in this trial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I think that I would need support of a technician to be able to use this system	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I found the various functions in this system very well integrated	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I thought there was too much inconsistency in this system	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I found the system very cumbersome to use	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I felt very confident using the system in this trial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

User Acceptance Scale (Van der Laan et al., 1997)

Participants are to tick a box on each of the nine scales of the following questionnaire, indicating the extent to which the stated attributes are applicable with respect to the system under evaluation.

User Acceptance Scale

My judgements of the (... name...) system are... (please tick one box in every line)

1	Useful	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Useless
2	Pleasant	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Unpleasant
3	Bad	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Good
4	Nice	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Superfluous
6	Irritating	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Likeable
7	Assisting	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Worthless
8	Undesirable	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Desirable
9	Raising alertness	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sleep-inducing

Procedural guidance for scale users

1. Describe the system to be evaluated, in terms of “what is your judgement about a system that would...(short & clear explanation of the system functioning)” and present the nine items (before-measurement).
2. After experience with the system under evaluation, present the nine items again: “what is your judgement about the system...(name), you just finished driving with” (aftermeasurement).
3. Individual items should be coded from -2 to +2 from left to right, scores on items 3, 6, and 8 should be coded ranging from +2 to -2 (N.B. these items are mirrored).
4. Perform reliability analysis on the before-measurement (use of Cronbach’s α is strongly suggested). If reliability is sufficiently high (above 0.65), compute per subject the endscores for the two scales by averaging the scores on items 1, 3, 5, 7, and 9 for the **usefulness** score, and averaging scores on items 2, 4, 6, and 8 for the **satisfying** score.
5. The usefulness scores can now be averaged over subjects to obtain an overall system practical evaluation. The same can be done with the satisfying scores.
6. Compute difference-scores per subject, by subtracting the before-measurement score from the after-measurement score per scale. The difference scores show whether and in which direction subjects’ opinion was altered as a result of experience with the system.

Willingness to pay Questionnaire

You just experienced a new electronic system in the trial. We would like to know how much you value this system. Please answer the following questions as precise as possible.

1. In what type of car do you drive ? _____
How old is the car ? _____ years
How much did the car cost ? _____ euros

2. In what range is your family's annual income to spend:
 - Less than 10 000 Euro
 - 10 000 – 19 999 Euro
 - 20 000 – 29 999 Euro
 - 30 000 – 39 999 Euro
 - 40 000 – 49 999 Euro
 - 50 000 Euro or more

3. How much money would you be prepared to spend buying the kind of system you have just tried?
 - Less than 100 Euros
 - Between 100 and 199 Euros
 - Between 200 and 499 Euros
 - Between 500 and 1000 Euros
 - More than 1000 Euros

4. Suppose the system is included in your next, new car of 20.000 Euro. What amount of money would you be prepared to pay extra for this system?
 - Less than 100 Euros
 - Between 100 and 199 Euros
 - Between 200 and 499 Euros
 - Between 500 and 1000 Euros
 - More than 1000 Euros

User Profile Questionnaire

1. Year of birth: 19____
2. Gender: Female Male
3. How many kilometres did you drive in the last 12 months? ± _____ km
4. How many kilometers did you drive in total? ± _____ km
5. How long do you have your driving license? ± _____ years
6. In what type of car you drive ? _____
How old is the car ? ± _____ years
How much did the car cost ? ± _____ euros
7. In what range is your family's annual income to spend:
 - less than 10 000 Euro
 - 10 000 – 20 000 Euro
 - 20 000 – 30 000 Euro
 - 30 000 – 40 000 Euro
 - 40 000 – 50 000 Euro
 - 60 000 Euro or more

Driving Quality Scale (Brookhuis, 1993)

Participants are requested to put a cross on the horizontal line, to indicate:

How well did you drive during the trial, compared to normal?

| ⇐I drove extremely well

|

|

|

| ⇐I drove as usual (normal)

|

|

|

| ⇐I drove extremely bad

Self-reported Comprehension Questionnaire

Please describe the output of the system, and then give a rating by crossing one box in each line, answering the questions:

“the output of the system I just used was: _____”

	Very	Quite	Neither /Nor	Quite	Very	
Meaningful	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Meaningless
Helpful	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Useless
Familiar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unfamiliar
Simple	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Complex
Clear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unclear
Nondistracting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Distracting
Too early	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Too late

