

Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΕΩΝ

**ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΘΕΜΑ:

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΟΔΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ:

ΓΚΑΡΑΝΕ ΑΓΓΕΛΙΚΗ	Α.Μ:370
ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	Α.Μ:240

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΠΡΑΓΙΑΤΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

Πάτρα, Μάιος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

- 1.1 Εισαγωγή
- 1.2 Προβλήματα (μια γενική εικόνα)
- 1.3 Τι είναι τι ITS;
 - 1.3.1 Τεχνολογία και υπηρεσίες
- 1.4 Προβλήματα και τεχνικές των σύγχρονων διοδίων
 - 1.4.1 Μέθοδοι συλλογής διοδίων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

- 2.1 ETC
 - 2.1.1 Σκοπός του ETC
 - 2.1.2 Περιγραφή
- 2.2 Βασικά Στοιχεία του ETC
 - 2.2.1 Αυτόματη Ταυτοποίηση Οχημάτων
 - 2.2.1.1 Ηλεκτρονικές κάρτες αυτόματης ταυτοποίησης οχημάτων
 - 2.2.2 Αυτόματη Ταξινόμηση Οχημάτων
 - 2.2.3 Συστήματα Ελέγχου Παραβατών
- 2.3 Περιπτώσεις Χωρών με ETC
- 2.4 E-ZPASS
- 2.5 A-PASS
- 2.6 Η περίπτωση της Κορέας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Σχεδιασμός του Πληροφοριακού Συστήματος των διοδίων

3.1.1 T-PASS

3.2 Λίγα λόγια για τη UML

3.2.1 Μια γρήγορη ματιά στη διαδικασία μοντελοποίησης αντικειμένων

3.2.2 Διαδικασία Μοντελοποίησης

- Ανάπτυξη αφηγηματικής δήλωσης του προβλήματος
- Προδιαγραφές απαιτήσεων για το Σύστημα Διαχείρισης των Διοδίων
- «Χαρακτήρες»
- Καθορισμός και ανάθεση των use cases σε χαρακτήρες
- Δημιουργία user case διαγραμμάτων

3.3 Μοντελοποίηση του Συστήματος

- Καθορισμός των κατάλληλων κλάσεων
- Ανάλυση των προτάσεων με ουσιαστικά
- Επανεξέταση των use cases

3.3.1 Δημιουργία του Λεξικού Όρων

3.3.2 Συσχετίσεις των κλάσεων

- Προσδιορισμός των σχέσεων μεταξύ των κλάσεων
- Χαρακτηριστικά των κλάσεων
- Το ολοκληρωμένο Διάγραμμα Κλάσεων

- Δυναμική Συμπεριφορά του Μοντέλου

3.3.4 Δημιουργία Σεναρίων

3.3.5 Διαγράμματα Ακολουθίας- Δραστηριότητας –Συνεργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Τεχνική αναφορά συστήματος ηλεκτρονικών διοδίων ‘TPASS’

4.2 Επεκτάσεις

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τη βιομηχανική επανάσταση και τη δημιουργία του αυτοκινήτου μέσω αυτής, γρήγορα το μέσο αυτό μεταπήδησε από τις τάξεις των πλουσίων στις λιγότερο αστικές φτάνοντας στη σημερινή εποχή όπου δε νοείται οικογένεια που να μη έχει στις υπηρεσίες της ένα ή ακόμα και δύο αυτοκίνητα. Η παραγωγή και διάθεση του αυτοκινήτου με τη σειρά της έφερε κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα όπως για παράδειγμα: εκμηδενισμό των αποστάσεων, πιο άνετες μετακινήσεις και γενικότερα μια άνθηση στη παγκόσμια οικονομία. Με το πέρασμα του χρόνου και καθώς τα αυτοκίνητα ολοένα και πλήθυναν, ανάγκες όπως η δημιουργία καλύτερου οδικού συστήματος ή η συντήρηση του ήδη υπάρχοντος διογκώνονταν. Έτσι δημιουργήθηκαν τα διόδια σε μια προσπάθεια να συλλεχθούν κεφάλαια για τη χρηματοδότηση των αναγκών αυτών. Με τον όρο **διόδια** νοείται κάθε σταθμός που είναι τοποθετημένος σε κάποιο σημείο μιας οδικής αρτηρίας όπου ο ταξιδιώτης πληρώνει ένα είδος αντιτίμου για να του επιτραπεί η είσοδος στο μετέπειτα κομμάτι της συγκεκριμένης αρτηρίας.

Βέβαια, οι αναφορές για την ύπαρξη διοδίων δεν είναι πρόσφατες στην ιστορία. Μια από τις πρώτες χώρες όπου καταγράφεται η λειτουργία διοδίων είναι η Ινδία στις αρχές του 4^{ου} αιώνα π.Χ, όπως επίσης η Αραβία και η Ασία. Διόδια υπήρχαν ακόμη και στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία κατά το 14^ο και 15^ο αιώνα. Ακόμα, στην αρχαία ελληνική μυθολογία γίνεται αναφορά στο βαρκάρη Χάροντα που ζητούσε από τους νεκρούς μια εισφορά για να τους περάσει από το ποτάμι του κάτω κόσμου.

Από την πρώτη τους εμφάνιση ως και στις μέρες μας η μορφή των διοδίων έχει αλλάξει σημαντικά. Από τον υπάλληλο που ήταν υπεύθυνος για τη συλλογή του αντιτίμου από τους οδηγούς έχουμε φτάσει σε αυτοματοποιημένα ηλεκτρονικά συστήματα πληρωμής και ελέγχου.

1.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (Μια γενική εικόνα)

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού παγκοσμίως, η συσσώρευση του στα μεγάλα αστικά κέντρα αναζητώντας εργασία και η μετακίνηση των βιομηχανιών στα περίχωρα των μεγαλουπόλεων είναι κάποιοι από τους λόγους που δημιούργησαν την ανάγκη για απόκτηση αυτοκινήτου πρωτίστως και τις συνεχείς μετακινήσεις έπειτα. Το Ινστιτούτο Μεταφορών του Τέξας αναφέρει σε μια ερευνά του πως από το 1980 μέχρι το 1999 τα χιλιόμετρα που διανύθηκαν αυξήθηκαν κατά 76% (www.mitrotek.org/its/benecost) και επισημαίνει πως αυτή η όλο και αυξανόμενη ανάγκη είναι δύσκολο να καλυφθεί ακόμα και αν κατασκευαστούν νέοι αυτοκινητόδρομοι ή προστεθούν λωρίδες στους υπάρχοντες. Το ίδιο Ινστιτούτο αναφέρει ότι το 2000 στις μεγαλύτερες μητροπόλεις του κόσμου οι οδηγοί, κυρίως των εθνικών οδών, σπατάλησαν 3.6 εκατομμύρια ώρες μέσα στα οχήματά τους ποσό που μεταφράζεται σε 5.7 εκατομμύρια γαλόνια χαμένου καυσίμου και \$67.5 εκατομμύρια χαμένης παραγωγικότητας, χωρίς να συνυπολογίζουμε τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Επιπροσθέτως δεν θα πρέπει να ξεχνάμε και τα εμπορεύματα-φορτία που μετακινούνται μέσω των αυτοκινητόδρομων και για τα οποία υπολογίζεται ότι από το 1998 μέχρι το 2020 θα έχουν ξεπεράσει τους 15.3 εκατομμύρια τόνους

αγγίζοντας τους 25.8 εκατομμύρια τόνους ετησίως, σημειώνοντας έτσι μια αύξηση της τάξης του 69%.

Όλα τα παραπάνω προβλήματα απασχολούσαν μέχρι πρόσφατα τα μεγάλα αστικά κέντρα, αλλά στον ορίζοντα διαφαίνεται πως το πρόβλημα αρχίζει να επεκτείνεται με γοργούς ρυθμούς και σε μικρότερα αστικά κέντρα καθώς και αγροτικές περιοχές μετατρέποντας το, κατά αυτό τον τρόπο, σε παγκόσμιο φαινόμενο.

Οι αυξημένες αυτές μετακινήσεις έχουν επιβαρύνει το οδικό δίκτυο παγκοσμίως καθιστώντας το αδύναμο να αντεπεξέλθει στις ανάγκες των ταξιδιωτών. Λύσεις όπως η διαπλάτυνση των δρόμων ή η δημιουργία νέων φαντάζει έργο επιστημονικής φαντασίας για τους υπευθύνους ενώ η διόγκωση των προβλημάτων είναι ένα φαινόμενο πλέον χειροπιαστό. Τη σωτηρία έρχονται να δώσουν τα Intelligent Transportation Systems (ITS) ή αλλιώς **Συστήματα Ευφυής Μετακίνησης**.

1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ITS

Ο οργανισμός ITS America ορίζει ως Intelligent Transportation Systems:

‘Το σύστημα που περιλαμβάνει ένα ευρύ σύνολο από ασύρματες και ενσύρματες πληροφοριακές, ελεγκτικές και ηλεκτρονικές τεχνολογίες. Όταν αυτές ενσωματώνονται στη δομή του μεταφορικού συστήματος και στα ίδια τα οχήματα, βοηθούν στην επίβλεψη και στον έλεγχο της κυκλοφοριακής ροής, μειώνουν την κίνηση, παρέχουν εναλλακτικές διαδρομές στους ταξιδιώτες, βελτιώνουν την παραγωγικότητα και σώζουν ζωές, χρόνο και χρήμα.’

Οι λύσεις που παρέχει ένα ITS μπορούν να εφαρμοστούν γρηγορότερα και φθηνότερα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές βελτιωτικές προτάσεις που αφορούν έργα υποδομής, όπως η κατασκευή νέων αυτοκινητόδρομων.

1.3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από το ITS, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι νέες αλλά υπάρχουν ήδη και χρησιμοποιούνται ευρέως, ενώ κάποιες από αυτές είναι αρκετά προηγμένες όπως το GPS. Το ITS περιλαμβάνει ακόμη:

- Τηλεπικοινωνιακές τεχνολογίες όπως: το Internet, το ραδιόφωνο και η κινητή τηλεφωνία.
- Τεχνολογίες ελέγχου όπως: συστήματα συλλογής στοιχείων και ελέγχου με αισθητήρες και τεχνολογίες σχετικές με bar codes.
- Ηλεκτρονικές τεχνολογίες όπως είναι: οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και οι ηλεκτρονικές συσκευές αποθήκευσης καθώς και ότι έχει να κάνει με computer hardware – software.

Η ενιαία και συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών παρέχει ένα σύνολο από υπηρεσίες που βοηθούν κατά κύριο λόγο τους χρήστες των αυτοκινητόδρομων και παρέχουν ένα μεγάλο αριθμό πλεονεκτημάτων τα οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτουμε τις κυριότερες υπηρεσίες που παρέχει ένα ολοκληρωμένο ITS.

Υπηρεσίες ITS	
Ταξιδιωτική και κυκλοφοριακή διαχείριση	Πληροφόρηση πριν το ταξίδι
	Πληροφόρηση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού
	Οδηγός διαδρομών
	Έλεγχος κυκλοφορίας
	Διαχείριση περιστατικών
Διαχείριση δημόσιων συγκοινωνιών	Διαχείριση δημόσιων συγκοινωνιών
	Πληροφορίες δρομολογίων
	Ασφάλεια δημόσιων συγκοινωνιών
Διαχείριση εμπορικών οχημάτων	Ηλεκτρονική εξουσιοδότηση εμπορικών οχημάτων
	Αυτοματοποιημένοι έλεγχοι
	Διαχείριση του εμπορικού στόλου
	Διαχείριση περιστατικών επικίνδυνων υλικών
Προηγμένα συστήματα ασφάλειας οχημάτων	Ετοιμότητα ασφάλειας
	Πρόληψη συγκρούσεων κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου

	Πρόληψη συγκρούσεων στους βοηθητικούς δρόμους
	Πρόληψη συγκρούσεων στις διασταυρώσεις
	Βοηθητικά μέτρα και περιορισμοί
	Διαχείριση οχημάτων εκτάκτου ανάγκης
Ηλεκτρονική πληρωμή	Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής πληρωμής διοδίων και λοιπών υπηρεσιών

1.3.2 Αποτελέσματα εφαρμογής ενός ITS

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τα πλεονεκτήματα και τις λύσεις που προσφέρει ένα ολοκληρωμένο Intelligent Transportation System θα εξετάσουμε τα αποτελέσματα που είχε ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο εφαρμόστηκε σε αυτοκινητόδρομο στην ευρύτερη περιοχή του Seattle. Μετά από κάποιο διάστημα εφαρμογής του παρατηρήθηκαν τα εξής:

- **Μείωση του χρόνου ταξιδιών.** Ο χρόνος που σπαταλούσαν οι ταξιδιώτες μειώθηκε περισσότερο από 120.000 ώρες ημερησίως. Αν και αυτή η μείωση είναι σχετικά μικρή (της τάξης του 3.7%) σε σχέση με τα 3.2 εκατομμύρια συνολικές ώρες ταξιδιού στην περιοχή, κάθε χρόνο υπολογίζεται ότι εξοικονομούνται περίπου 30 εκατομμύρια ώρες ταξιδιού, δηλαδή κατά μέσο όρο περισσότερες από 8 ώρες σε κάθε κάτοικο της περιοχής. Επίσης, η χρήση και οι στρατηγικές του ITS μείωσαν αποτελεσματικότερα το χρόνο ταξιδιών κατά τις ώρες κυκλοφοριακής αιχμής. Παραδείγματος χάριν, οι ώρες ταξιδιού το πρωί μειώθηκαν κατά 6.1% την ίδια στιγμή που οι ώρες ταξιδιού στα λιγότερο φορτισμένα διαστήματα της ημέρας μειώθηκαν κατά 0.5%.

- **Αυξημένες ταχύτητες των οχημάτων.** Κατά μέσο όρο η ταχύτητα των οχημάτων αυξήθηκε κατά 5% στους αυτοκινητόδρομους φτάνοντας σε μερικούς από αυτούς ακόμα και το 12%. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στις ώρες αιχμής.
- **Μείωση της καθυστέρησης.** Η καθημερινή καθυστέρηση λόγω της κυκλοφορίας και των ατυχημάτων μειώθηκε κατά 3.2% στην περιοχή. Αυτή η μείωση μεταφράζεται σε 10,700 ώρες καθυστέρησης λιγότερες καθημερινά ή σχεδόν 2.7 εκατομμύρια ώρες ετησίως. Ειδικά για τα περιστατικά καθυστέρησης λόγω τροχαίων ατυχημάτων ή άλλων παραγόντων που ακινητοποιούν τα οχήματα η μείωση έφτασε και το 50%. Αυτό επιτεύχθηκε με την χρήση στρατηγικών και τεχνικών που σκοπό είχαν την πρόληψη τέτοιων περιστατικών και με την άμεση αντιμετώπιση τους όταν αυτά συνέβαιναν.
- **Μείωση του αριθμού και της σφοδρότητας των ατυχημάτων.** Όπως αναφέραμε και πιο πάνω η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, ο έλεγχος της κυκλοφορίας και η πρόληψη είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή κατά μέσο όρο 7 ατυχημάτων καθημερινά στην περιοχή του Seattle. Επιπροσθέτως η ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης επειγόντων περιστατικών, τα

οποία ελαχιστοποίησαν τον χρόνο ανταπόκρισης στην αντιμετώπιση τέτοιων περιστατικών οδήγησε σε μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων κατά 8%, ενώ τα ατυχήματα με τραυματίες ή υλικές ζημιές μειώθηκαν κατά 3%. Συνολικά το 2003 αποσοβήθηκαν 20 θανατηφόρα ατυχήματα, 770 ατυχήματα με τραυματίες και 1,050 ατυχήματα με υλικές ζημιές στην περιοχή του Seattle.

- **Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.** Οι βελτιώσεις που επέφερε η χρήση του ITS στην περιοχή του Seattle είχε σαν αποτέλεσμα και τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης καθώς και την εξοικονόμηση καυσίμων κατά 1 εκατομμύριο γαλόνια καθημερινά, ποσό που μεταφράζεται σε μια μείωση στην κατανάλωση της τάξης του 19%.

Σε μια προσπάθεια να μετατρέψουμε όλα αυτά τα οφέλη σε νομισματική αξία, υπολογίστηκε ότι στην περιοχή του Seattle υπήρξε κέρδος της τάξης του \$1.6 εκατομμυρίων το χρόνο. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται αναλυτικά το κέρδος σε δολάρια από κάθε όφελος ξεχωριστά καθώς και το ποσοστό που κατέχει.

Ετήσια οφέλη από την χρήση ITS στην περιοχή του Seattle(σε \$ εκατομμύρια)		
Οφέλη	Αξία	Ποσοστό
Μείωση του χρόνου ταξιδιού (κινητικότητα)	\$337	21%
Μείωση του χρόνου αντίδρασης περιστατικών (αξιοπιστία)	\$502	31%
Μείωση των ατυχημάτων (ασφάλεια)	\$136	9%
Μείωση των ρύπων (περιβάλλον)	\$181	11%
Μείωση της κατανάλωσης καυσίμων (ενέργεια)	\$409	25%
Αύξηση της αποτελεσματικότητας των υπηρεσιών (παραγωγικότητα)	\$7	1%
Άλλο	\$39	2%
Συνολικά οφέλη	\$1,610	100%

Συμπερασματικά υπολογίστηκε ότι σε ετήσια κλίμακα τα οφέλη από τη χρήση του ITS στο Seattle σε σχέση με το κόστος είναι περισσότερα σε μια αναλογία 12.2 προς 1. Αυτό σημαίνει πως κάθε δολάριο που ξοδεύεται για την λειτουργία του ITS επιστρέφει στους δικαιούχους χρηματικό κέρδος 12.20 δολάρια. Ανάμεσα στα οφέλη συγκαταλέγονται επίσης η μείωση του χρόνου των ταξιδιών, η βέλτιστη ασφάλεια των οδηγών, η μείωση εκπομπής ρύπων, άρα και η μόλυνση του περιβάλλοντος και τέλος η εξοικονόμηση καυσίμων. Με τον τρόπο αυτό

αποδεικνύεται ότι η λειτουργία ενός ολοκληρωμένου και σωστά σχεδιασμένου ITS μπορεί να μειώσει δραστικά πολλές αρνητικές συνέπειες που έχουν να κάνουν με την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους αυτοκινητόδρομους, κυρίως κατά τις περιόδους αιχμής. Τέλος, ένα άλλο στοιχείο που οφείλουμε να λάβουμε σοβαρά υπόψη είναι εκείνο της ποιότητας ζωής των ανθρώπων των μεγαλουπόλεων. Και εδώ ο αντίκτυπος της εφαρμογής του ITS είχε θετικά αποτελέσματα αφού οι άνθρωποι δεν ήταν πλέον αναγκασμένοι να περιμένουν σε ατελείωτες ουρές και να εξαντλούν με τον τρόπο αυτό τις σωματικές και ψυχικές τους δυνάμεις.

1.4 Προβλήματα και τεχνικές των σύγχρονων διοδίων

Εμείς συγκεκριμένα θα ασχοληθούμε με το κομμάτι των ITS που έχουν να κάνουν με τα προβλήματα, τις λύσεις και τις τεχνικές των σύγχρονων διοδίων των αυτοκινητόδρομων αφού είναι προφανές πως όταν κινείσαι σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας η κυρίαρχη πηγή όλων των προβλημάτων που προαναφέραμε είναι η κίνηση στους σταθμούς διοδίων και η καθυστέρηση που προκαλείτε λόγω της αυξημένης κίνησης στα κομβικά αυτά σημεία.

Ποιο αναλυτικά, τα προβλήματα που παρουσιάζουν οι σταθμοί διοδίων των αυτοκινητόδρομων και που πρέπει να αντιμετωπιστούν είναι:

1. Η κίνηση που παρατηρείται στα διόδια, ειδικά τις μέρες και ώρες αιχμής.
2. Ο αυξημένος χρόνος αναμονής στην ουρά.
3. Η αυξημένη κατανάλωση καυσίμων.
4. Η αυξημένη εκπομπή ρύπων.
5. Ο έλεγχος των παραβατών.
6. Η δυσκολία στη συλλογή δεδομένων και πληροφοριών.

7. Βελτίωση του τρόπου ζωής των πολιτών που χρησιμοποιούν τους αυτοκινητόδρομους.

1.4.1 Μέθοδοι συλλογής διοδίων

Στο σημείο αυτό θα περιγράψουμε και θα συγκρίνουμε τις μεθόδους με τις οποίες συλλέγονται τα διόδια στις οδικές αρτηρίες. Οι πιο εξελιγμένες τεχνολογικά μέθοδοι πληρωμής των διοδίων είναι πιο κατάλληλες και μπορούν να ενσωματώσουν περισσότερες μεταβλητές όπως το χρόνο, την τοποθεσία και τον τύπο του αυτοκινήτου, αλλά όπως είναι φυσικό η υλοποίησή τους κοστίζει περισσότερο.

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή των φόρων στα διόδια. Αυτές διαφέρουν βέβαια σημαντικά όσον αφορά το κόστος εγκατάστασης, την ευκολία εφαρμογής και τις ρυθμιζόμενες τιμές (τιμές που μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον χρόνο, την τοποθεσία, τον τύπο του αυτοκινήτου ή βάση άλλων παραγόντων).

Οι χρήστες ομολογουμένως προτιμούν εκείνες τις τεχνικές που είναι εύκολες στη λειτουργία, βολικές και γρήγορες στη χρήση, ικανές να δέχονται διάφορους τρόπους πληρωμής (νομίσματα, πιστωτικές κάρτες και προπληρωμένους λογαριασμούς) και να

είναι σε θέση να υπολογίζουν το ακριβές/ δίκαιο αντίτιμο ανάλογα με την απόσταση που διανύει ο ταξιδιώτης. Πολλές από τις ανησυχίες και τις ενστάσεις για την τιμολόγηση σχετίζονται με τις μεθόδους που προαναφέραμε. Για παράδειγμα:

- Τα σημερινά συστήματα περισυλλογής διοδίων απαιτούν τα οχήματα να σταματούν σε σταθμούς,
- Πολλά συστήματα χρειάζονται συγκεκριμένους τρόπους αποπληρωμής για να λειτουργήσουν, όπως κέρματα και για αυτό είναι απογοητευτικά και καθυστερούν τους ταξιδιώτες όταν τα χρησιμοποιούν,
- Πολλά συστήματα δεν μπορούν εύκολα να αντιμετωπίσουν πολλαπλές μεθόδους αποπληρωμής.

Η αποτελεσματική και δίκαιη τιμολόγηση απαιτεί οι αμοιβές που καταβάλλουν οι χρηστές του συστήματος να αντικατοπτρίζουν το οριακό κόστος που επιβάλλεται σε κάθε ταξίδι όσο πιο ακριβές γίνεται. Καμιά μέθοδος τιμολόγησης δεν είναι τέλεια. Γενικά όμως μπορούμε να πούμε πως η τιμολογιακή πολιτική η οποία προσαρμόζεται ευκολότερα και είναι περισσότερο βολική εκείνη τείνει να έχει και το υψηλότερο κόστος εφαρμογής. Αυτό απαιτεί εξισορρόπηση όλων των παραγόντων ανάμεσα στο κόστος συναλλαγής και στην ακριβή κοστολόγηση. Τα πιο πρόσφατα ηλεκτρονικά συστήματα μπορούν να παρέχουν

αυτή τη δίκαιη τιμολόγηση, να είναι βολικά και συγχρόνως πολύ αποτελεσματικά ως προς το κόστος. Για παράδειγμα, μια «έξυπνη» κάρτα είναι ένα είδος ηλεκτρονικού συστήματος αποπληρωμής που επιτρέπει τις γρήγορες πληρωμές για ένα σύνολο υπηρεσιών όπως: τα διόδια, τους χώρους στάθμευσης, την ενοικίαση ποδηλάτων και άλλες διευκολύνσεις που δεν έχουν ακόμα εξερευνηθεί. Μερικές «έξυπνες» κάρτες χρησιμοποιούν ασύρματη τεχνολογία η οποία αυτόματα αφαιρεί το ακριβές αντίτιμο όταν ο οδηγός περάσει από κάποιον αισθητήρα ακόμα και αν η κάρτα βρίσκεται στην τσέπη του ή στο πορτοφόλι του.

Ευθύς παρακάτω αναφέρουμε όλες τις μορφές τιμολόγησης για τις οδικές αρτηρίες που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκάστοτε οδηγός:

ΠΑΣΟ

Ο οδηγός μπορεί να προμηθευτεί ένα πάσο για να εισέρχεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, όπως μια πόλη ή μια βιομηχανική ζώνη. Τα πάσο είναι πιθανό να είναι προκαθορισμένα για ένα συγκεκριμένο τύπο αυτοκινήτου ή για μια συγκεκριμένη στιγμή. Μερικά συστήματα απαιτούν τη χρήση των πάσο μόνο κατά τη διάρκεια περιόδων αιχμής, όπως τις πρωινές ώρες καθημερινά. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να

διανεμηθούν κάποια από αυτά δωρεάν ή με έκπτωση στους κατοίκους μιας περιοχής. Τα πάσο μπορεί να τα προμηθευτεί κάποιος μέσω κυβερνητικών πρακτορείων ή καταστημάτων λιανικής πώλησης. Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως η εφαρμογή τους είναι φθηνή, είναι εύκολα στη χρήση τους, αλλά οι τιμές τους δεν αντικατοπτρίζουν το σύνολο των ωρών που έχει κάνει κάποιος σε μια περιοχή και έτσι δεν είναι οριακές.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Εύκολη και γρήγορη εφαρμογή. Ευκολία στη χρήση.	Περιορισμένη προσαρμοστικότητα στην τιμή. Όχι οριακά.	Τιμολόγηση σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Απεριόριστη χρήση διοδίων σε οδικές αρτηρίες.

ΕΚΔΟΤΗΡΙΑ ΕΙΣΙΤΗΡΙΩΝ (TOLL BOOTH)

Τα συνηθισμένα εκδοτήρια εισιτηρίων που βρίσκονται στις εθνικές οδούς απαιτούν από τους οδηγούς να σταματούν για να πληρώσουν είτε μετρητοίς ή με κουπόνια. Τα περισσότερα διαθέτουν εξυπηρετητές αν και κάποια από αυτά έχουν

συστήματα αυτόματης περισυλλογής νομισμάτων. Αυτά τείνουν να έχουν υψηλό κόστος λειτουργίας, είναι άβολα για τους οδηγούς και αυξάνουν το μποτιλιάρισμα καθώς επίσης και την ατμοσφαιρική μόλυνση την περιοχή. Οι τιμές του αντιτίμου μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με την ώρα και τον τύπο του αυτοκινήτου, αλλά οι σταθμοί βρίσκονται κατά γενική ομολογία αρκετά χιλιόμετρα μακριά ο ένας από τον άλλο και έτσι δεν αντανακλούν τη σωστή χιλιομετρική διαβάθμιση. Μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε γέφυρες, μεμονωμένες εθνικές οδούς ή σε ζώνες αστυνομικής φρούρησης.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Υπάρχουν ήδη πολλά σε εφαρμογή. Μέτρια προσαρμοστικότητα στην τιμή.	Υψηλό κόστος. Τα οχήματα χρειάζεται να σταματούν.	Κυρίως σε γέφυρες, εθνικές αρτηρίες και ζώνες αστυνομικής φρούρησης.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΔΙΟΔΙΑ

Η συλλογή των διοδίων ηλεκτρονικά αναφέρεται σε αυτοματοποιημένα συστήματα που μετρούν και κοστολογούν τους ταξιδιώτες. Ένας μικρός πομπός τοποθετείται στο όχημα και από αυτόν αφαιρείται το ποσό του διοδίου κάθε φορά που το όχημα περνά από κάποιο ανιχνευτή στον δρόμο. Η υπεύθυνη εταιρεία κρατά λογαριασμό για κάθε αυτοκίνητο, που χρεώνεται με κάθε χρήση της εθνικής οδού. Ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιεί μια «έξυπνη» κάρτα η οποία χρεώνεται με μια σταθερή αξία και τοποθετείται εντός του πομπού. Κάθε φορά που το όχημα περνά από μια ακτίνα φωτός το κατάλληλο αντίτιμο αφαιρείται από την κάρτα. Το σύστημα αυτό προφυλάσσει την ιδιωτική ζωή των οδηγών καθώς δεν υπάρχουν αρχεία για τη χρονική στιγμή και την τοποθεσία του ταξιδιώτη.

Τα συστήματα αυτά έχουν υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. Από την άλλη, έχουν οικονομίες κλίμακας, γεγονός που σημαίνει πως το κατά μονάδα κόστος μειώνεται σημαντικά όσο το σύστημα επεκτείνεται. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές εθνικές οδούς και όχι απλά σε μεμονωμένους δρόμους. Τέλος, με τη βοήθεια αισθητήρων είναι δυνατή η χρέωση και ο έλεγχος των οδηγών τόσο βάση απόστασης όσο και βάση χρόνου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Υψηλή προσαρμοστικότητα στην τιμή. Ευκολία στη χρήση.	Μεγάλο κόστος εφαρμογής. Κάποιες ανησυχίες για παραβίαση της ιδιωτικής ζωής.	Οποιοδήποτε οδικό σύστημα.

ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα αυτό εντοπίζει τα οχήματα καθώς περνούν από ένα σημείο στο δρόμο ανιχνεύοντας τις πινακίδες τους. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα αντίτιμο που είτε αφαιρείται από το λογαριασμό του οδηγού ή αποστέλλεται ταχυδρομικώς σε αυτόν με τη μορφή τιμολογίου.

Όπως συμβαίνει και με τα ηλεκτρονικά διόδια, και τα συστήματα αυτά, έχουν μεγάλο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, έχουν οικονομίες κλίμακας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε οδική αρτηρία. Ακόμη και εδώ υπάρχουν αρκετές κάμερες που θα μετρούν τις διαβαθμίσεις στα χιλιόμετρα και τις σωστές διαβαθμίσεις του χρόνου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Παρόμοια με τα ηλεκτρονικά διόδια.	Παρόμοια με τα ηλεκτρονικά διόδια.	Παρόμοια με τα ηλεκτρονικά διόδια.

ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΒΑΣΕΙ GPS

Η τιμολόγηση βάση GPS (Σύστημα Παγκόσμιας Τοποθέτησης) χρησιμοποιεί ένα μικρό ηλεκτρονικό πομπό για να εντοπίζει την γεωγραφική θέση ενός αντικειμένου. Οι πομποί αυτοί εγκαθίστανται και συνδέονται στα οχήματα με μεγάλη ασφάλεια έναντι του ποσού των \$300-500 ανά όχημα, χρήματα τα οποία αντιστοιχούν στην προμήθεια του εξοπλισμού και στην εργασία εγκατάστασης. Η τιμή αυτή μειώνεται συνεχώς και σε μερικά χρόνια θα δούμε πολλά αυτοκίνητα να διαθέτουν το σύστημα αυτό εγκατεστημένο από την κατασκευαστική τους εταιρεία. Οι υπηρεσίες που βασίζονται στο GPS εξυπηρετούν τους οδηγούς ως προς την επικοινωνία, την πλοήγηση και την απόκριση σε περίπτωση κινδύνου. Για παράδειγμα, η υπηρεσία OnStar του GM's (www.onstar.com) παρέχει κινητά τηλέφωνα και πρόσβαση στο Internet, κατευθυντική βοήθεια, δυνατότητα ξεκλειδώματος από απόσταση, ανάκτηση αντικειμένων σε περίπτωση κλοπής, οδική βοήθεια καθώς και ένα κουμπί πανικού.

Η RoadRemote.com (www.roadremote.com) προσφέρει παρόμοιες υπηρεσίες.

Το 2001, μια υπηρεσία υπεύθυνη για τα διόδια στο Όρεγκον των Ηνωμένων Πολιτειών (www.odot.state.or.us/rufff) και με τη συμμετοχή και άλλων παρόμοιων υπηρεσιών ξεκίνησαν μια έρευνα αναζητώντας πιθανούς τρόπους να αντικατασταθεί ο φόρος για τα καύσιμα με ένα ποσό για τη χρήση των δρόμων. Η κίνηση αυτή προήλθε από την ανάγκη να χρησιμοποιούνται τα καύσιμα με πιο αποτελεσματικό τρόπο καθώς και για να ενισχυθεί η παραγωγή οχημάτων με εναλλακτικά καύσιμα. Η υπηρεσία σκέφτεται επίσης, να δημιουργήσει ένα σύστημα στο οποίο τα νέα οχήματα θα είναι εξοπλισμένα με συσκευές που αυτόματα θα αναφέρουν τα χιλιόμετρα που διένυσαν σε μια πολιτεία/ περιοχή κάθε φορά που θα ανεφοδιάζονται. Τα αποτελέσματα αυτά θα χρησιμεύουν στον υπολογισμό του αντίστοιχου αντιτίμου.

Η τιμολόγηση με βάση το GPS ουσιαστικά είναι σε θέση να ενσωματώσει κάθε παράγοντα που σχετίζεται με τον υπολογισμό του αντιτίμου όπως το αυτοκίνητο, την ώρα, τη θέση και την οδηγική συμπεριφορά κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι είναι το πιο ακριβές σύστημα τιμολόγησης που λειτουργεί τη στιγμή αυτή. Παρόλα αυτά, η χρήση του προκαλεί αντιδράσεις για την παραβίαση της

ιδιωτικής ζωής αφού το σύστημα καταγράφει ανά πάσα στιγμή την ώρα και τη θέση του οχήματος. Βέβαια αυτό είναι ένα πρόβλημα που μπορεί να επιλυθεί με τη βοήθεια του συστήματος αν για παράδειγμα, οι πληροφορίες αυτές διαγράφονται αμέσως μόλις υπολογίζεται το αντίτιμο για τον κάθε οδηγό ή αν ψηφιστούν νόμοι που θα περιορίζουν την πρόσβαση στα δεδομένα αυτά.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Την πιο υψηλή προσαρμοστικότητα στην τιμή. Ευκολία στη χρήση.	Υψηλό κόστος υλοποίησης. Ανησυχίες για παραβίαση την ιδιωτικής ζωής.	Σε κάθε σύστημα με μεγάλο εύρος τιμολόγησης.

Τέλος ο πίνακας που ακολουθεί περιέχει συλλογικά τις μεθόδους κοστολόγησης των διοδίων:

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΥΚΟΛΙΑ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΤΙΜΗ
Πάσο	Οι ταξιδιώτες οφείλουν να προμηθεύονται ένα πάσο για να μπουν σε μια ζώνη.	Χαμηλό	Χαμηλό	Μέτριο	Χαμηλή ως μέτρια
Διόδια	Οι οδηγοί σταματούν και πληρώνουν το αντίτιμο.	Υψηλό	Υψηλό	Υψηλό	Μέτριο ως υψηλό.
Ηλεκτρονικά Διόδια.	Ένα ηλεκτρονικό σύστημα χρεώνει τους	Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό	Υψηλό

	οδηγούς καθώς περνούν από κάποιο σημείο ελέγχου.				
Οπτική αναγνώρι ση οχήματος	Ένα οπτικό σύστημα χρεώνει τους οδηγούς καθώς περνούν από ένα σημείο ελέγχου	Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό	Υψηλό
GPS	Το GPS χρησιμοποιε ίται για να εντοπίζει τη θέση του οχήματος.	Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό	Υψηλό

Τα δεδομένα αυτόματα διοχετεύοντ αι σε ένα κεντρικό Η/Υ ο οποίος χρεώνει τους χρήστες					
--	--	--	--	--	--

Όλες αυτές οι μέθοδοι που προαναφέραμε εφαρμόζονται σήμερα σε διάφορα εθνικά δίκτυα και προσφέρουν άρτια οργάνωση και εκσυγχρονισμό με τέτοιο τρόπο που οι αυξημένες απαιτήσεις και ανάγκες των ταξιδιωτών να καλύπτονται. Μάλιστα, οι πιο εξελιγμένες τεχνολογικά είναι ικανές να συμβάλλουν στην επίλυση πολλών προβλημάτων που επιβαρύνουν τις οδικές αρτηρίες. Έτσι δυσχέρειες όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση στους αυτοκινητόδρομους τις ώρες αιχμής, η ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς και άλλα παρόμοια φαινόμενα μπορούν πλέον να αντιμετωπιστούν με αρκετά από τα συστήματα αυτά.

Εμείς θα επικεντρωθούμε στο σύστημα των ηλεκτρονικών διοδίων και θα μελετήσουμε εκτενέστερα τον τρόπο λειτουργίας του μιας και είναι το καταλληλότερο να αντιμετωπίσει τα προβλήματα και η εφαρμογή του επεκτείνεται σε όλο και περισσότερα οδικά δίκτυα. Επιπρόσθετα το Σύστημα που σκοπεύουμε να αναπτύξουμε ανήκει στην κατηγορία αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Electronic Toll Collection

Το ETC (electronic toll collection) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την ηλεκτρονική πληρωμή στα διόδια των αυτοκινητόδρομων και όχι μόνο. Τα συστήματα ETC χρησιμοποιούν τεχνολογίες που έχουν τη δυνατότητα δημιουργίας μιας οικονομικής συναλλαγής ανάμεσα στα οχήματα που περνούν από τον σταθμό διοδίων και την υπηρεσία διοδίων. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται μπορεί να πάρει τη θέση των υπαλλήλων που συλλέγουν το αντίτιμο των διοδίων. Επιπροσθέτως σε μερικές περιπτώσεις επιτρέπει η πληρωμή να γίνει σχεδόν με την ίδια ταχύτητα με την οποία ταξιδεύει το όχημα χωρίς να χρειάζεται να επιβραδύνει τελείως. Τα συστήματα ETC αναπτύσσονται ταχύτατα και τείνουν όλο και περισσότερο να γίνουν μια παγκοσμίως αποδεκτή μέθοδος συλλογής του αντιτίμου στους σταθμούς διοδίων.

2.1.1 Ο σκοπός του ETC

Τα συστήματα ETC είναι μια βελτίωση των συμβατικών σταθμών διοδίων με στόχο να:

- Μειώσουν τις ουρές που δημιουργούνται στους σταθμούς διοδίων αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα και την ταχύτητα των προσφερόμενων υπηρεσιών.
- Εξοικονόμηση καυσίμων και μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων των οχημάτων μειώνοντας ή εξαλείφοντας την επιβράδυνση των οχημάτων, τον χρόνο αναμονής και την επιτάχυνσή τους μετά τον σταθμό.
- Μείωση του κόστους των σταθμών διοδίων.
- Ενισχύσουν τον οικονομικό έλεγχο συγκεντρώνοντας τους λογαριασμούς των χρηστών σε ένα ενιαίο σύστημα.
- Επιπροσθέτως το σύστημα ETC επιτρέπει την βελτίωση των υπηρεσιών στους χρήστες και την ικανοποίηση τους επιταχύνοντας το ταξίδι τους μέσω των σταθμών διοδίων, αφαιρώντας την ανάγκη να σταματήσουν, να ψάχνουν για το αντίτιμο ή να κατεβάσουν το παράθυρο τους για να πληρώσουν. Επίσης δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες, με τη χρήση ενός ευέλικτου συστήματος πληρωμών, να πληρώνουν το αντίτιμο των διοδίων με όποιον τρόπο

επιθυμούν. Δηλαδή με μετρητά, με πιστωτικές κάρτες ακόμα και με επιταγές. Οι χρήστες που χρησιμοποιούν πιστωτικές κάρτες συχνά έχουν την επιλογή να χρεώνεται αυτόματα η πιστωτική τους όταν ο λογαριασμός των διοδίων πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο. Έτσι εξαλείφεται η φροντίδα που πρέπει να έχουν για τα αντίτιμα των διοδίων όταν χρησιμοποιούν τους αυτοκινητόδρομους.

- Ακόμη, οι χρήστες μπορούν να λαμβάνουν μια μηνιαία λεπτομερής έκθεση με τα δρομολόγια, τις ημερομηνίες και τα ποσά που έχουν πληρώσει στους σταθμούς των διοδίων. Έτσι δεν θα είναι αναγκασμένοι να ζητούν σε κάθε ταξίδι τους για αποδείξεις από τους σταθμούς.
- Παράλληλα η παραγωγικότητα και η αποτελεσματικότητα των υπάρχοντων εγκαταστάσεων μπορεί να αυξηθεί χωρίς την ανάγκη κατασκευής νέων, όπως για παράδειγμα, επιπρόσθετων θαλάμων. Επίσης ο αριθμός του προσωπικού που ασχολείται με την συλλογή των αντιτίμων σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να μειωθεί.

2.1.2 Περιγραφή του συστήματος

Υπάρχουν δύο είδη συστημάτων ETC. Το ανοιχτό ETC και το κλειστό ETC. Η διαφορά τους είναι ότι στο ανοιχτό σύστημα οι σταθμοί διοδίων βρίσκονται κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου με αποτέλεσμα σε ένα ταξίδι να χρειάζεται στάση σε περισσότερους από έναν σταθμούς διοδίων. Στο κλειστό σύστημα οι σταθμοί βρίσκονται σε όλες τις εξόδους και εισόδους του αυτοκινητόδρομου με αποτέλεσμα το αντίτιμο να υπολογίζεται στο σημείο εξόδου του οχήματος με βάση την απόσταση που έχει διανύσει από τη στιγμή που μπήκε στον αυτοκινητόδρομο. Οι λωρίδες για ένα σταθμό διοδίων εξοπλισμένο με ETC μπορούν να λειτουργούν με διάφορους τρόπους. Μπορεί να είναι αποκλειστικά για ηλεκτρονική πληρωμή, για παραδοσιακή πληρωμή με μετρητά ή να δέχεται όλες τις μορφές πληρωμής. Στην απλούστερη του μορφή ένα ETC σύστημα χρειάζεται μια μαγνητική κάρτα την οποία θα έχουν οι οδηγοί των οχημάτων και ένα μηχάνημα ανάγνωσης των καρτών αυτών ώστε να επικυρώνουν την πληρωμή των διοδίων. Συνεπάγεται βέβαια και η κατάλληλη τεχνική στήριξη και το κατάλληλο λογισμικό. Μια ποιο περίπλοκη περίπτωση, η οποία και εκμεταλλεύεται πλήρως τις νέες τεχνολογίες και όλα τα πλεονεκτήματα που μπορούν αυτές να παρέχουν είναι ο σχεδιασμός ενός συστήματος ETC

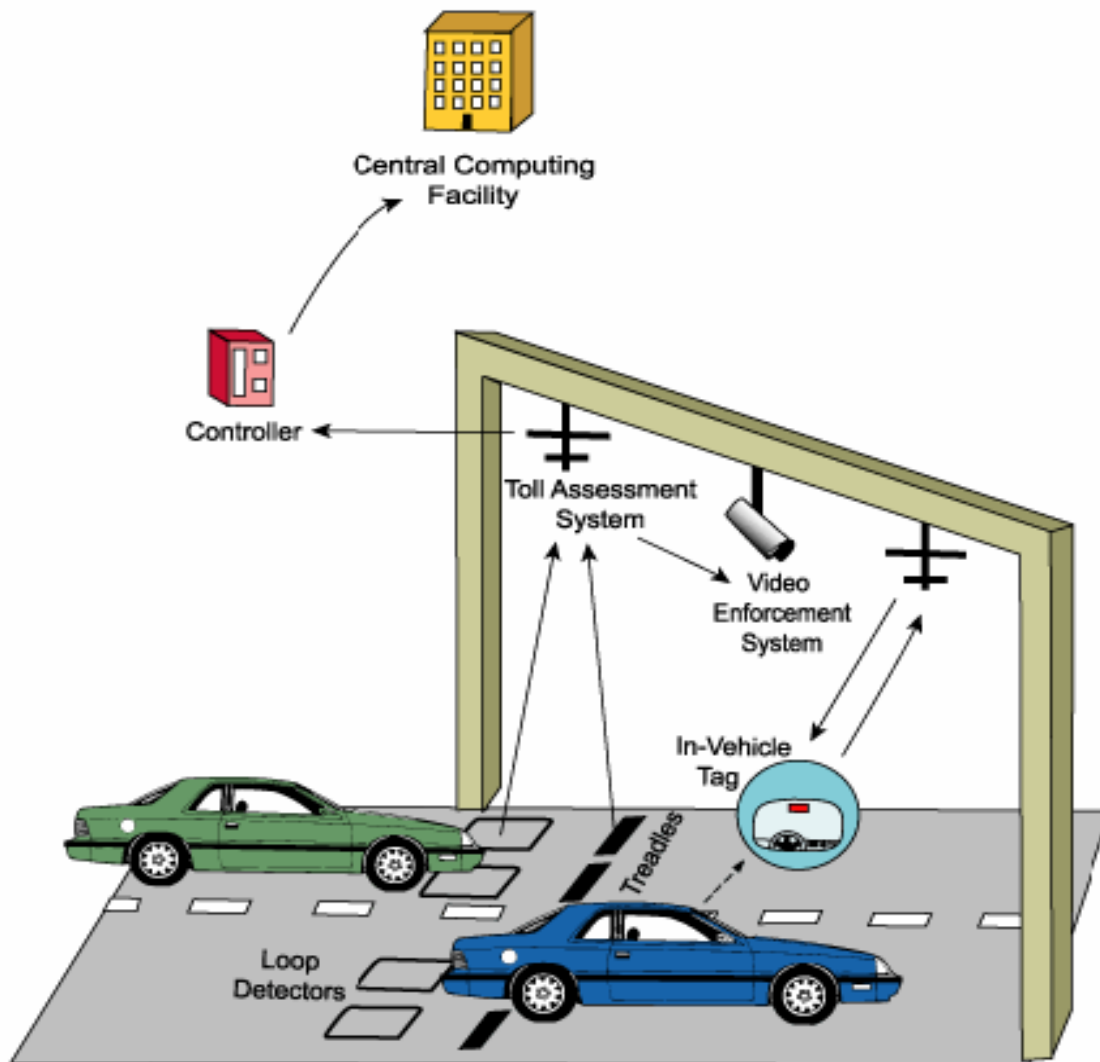
όπου ο διερχόμενος οδηγός δεν θα είναι αναγκασμένος να σταματάει στους θαλάμους των σταθμών διοδίων ή ακόμα δεν θα είναι αναγκασμένος ούτε καν να μειώσει την ταχύτητα με την οποία ταξιδεύει. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται το σύστημα ασύρματα να αναγνωρίζει έναν αναμεταδότη ο οποίος θα είναι εγκατεστημένος στο κινούμενο όχημα και για τον οποίο να αναφερθούμε αναλυτικά στη συνέχεια. Ένα σύστημα ETC τυπικά περιλαμβάνει τρία βασικά συστατικά στοιχεία.

1. Αυτόματη ταυτοποίηση οχημάτων (Automatic Vehicle Identification ή AVI).
2. Αυτόματη ταξινόμηση οχημάτων (Automatic Vehicle Classification ή AVC).
3. Συστήματα ελέγχου παραβατών (Vehicle Enforcement Systems ή VES).

Η αυτόματη ταυτοποίηση οχημάτων συνεπάγεται τη χρήση και εγκατάσταση ηλεκτρονικών ετικετών (αναμεταδότης) στα οχήματα οι οποίες επικοινωνούν με δέκτες που βρίσκονται στην άκρη των λωρίδων που χρησιμοποιεί το κάθε όχημα για να αναγνωριστεί η ταυτότητα και η ιδιοκτησία του. Μετά την αναγνώριση το αντίτιμο των διοδίων μπορεί να αφαιρεθεί από τον αντίστοιχο λογαριασμό του χρήστη. Παραδοσιακά το αντίτιμο των διοδίων καθορίζεται από τον τύπο του οχήματος. Η αυτόματη

ταξινόμηση των οχημάτων μπορεί να καθορίσει τον τύπο του οχήματος βάση των φυσικών του χαρακτηριστικών. Τέλος οι παραβάτες των διοδίων μαγνητοσκοπούνται από κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης, είτε από φωτογράφιση των πινακίδων του οχήματος, τα οποία είναι μέρος των συστημάτων ελέγχου που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση και την τιμωρία των παραβατών.

Electronic Toll Collection



Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα 3 αυτά βασικά στοιχεία.

2.2 Βασικά στοιχεία ενός συστήματος ETC

2.2.1 Αυτόματη Ταυτοποίηση Οχημάτων (AVI).

Αναφέρεται στις τεχνολογίες και τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν σε ποιόν ανήκει το όχημα ούτως ώστε να γίνει η κατάλληλη χρέωση διοδίων στον σωστό πελάτη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ηλεκτρονικών καρτών που συνήθως τοποθετούνται στο παρμπρίζ των οχημάτων. Οι κάρτες αυτές περιέχουν έναν μοναδικό ηλεκτρονικό αριθμό ταυτοποίησης (ID) και τα στοιχεία του χρήστη συνδέονται με αυτόν ώστε ανά πάσα στιγμή να είναι γνωστό σε ποιόν ανήκει η κάρτα αυτή. Ειδικές κεραίες βρίσκονται παραπλεύρως του δρόμου, πάνω από το δρόμο σε ειδικές κατασκευές ή είναι μέρος του θαλάμου διοδίων ETC. Όταν ένα όχημα μπει σε μια λωρίδα που προβλέπεται ηλεκτρονική πληρωμή η κεραία εκπέμπει ένα σήμα που αντανακλάτε πίσω από την ηλεκτρονική κάρτα του οχήματος ελαφρός διαφοροποιημένο δείχνοντας τον μοναδικό ηλεκτρονικό αριθμό ταυτοποίησης του οχήματος (ID). Αυτό το ID στέλνεται σε μια μονάδα ανάγνωσης που βρίσκεται κοντά στα διόδια από όπου και λαμβάνει μια 'ετικέτα' με την ώρα, ημερομηνία και την τοποθεσία από την οποία πέρασε το όχημα. Ο κεντρικός υπολογιστής βάση του ID του οχήματος ελέγχει και

επαληθεύει τον λογαριασμό στον οποίο θα χρεωθεί το αντίτιμο των διοδίων.

Όταν ο σχεδιασμός των διοδίων βασίζεται στη χρέωση των οχημάτων με βάση την απόσταση που έχουν διανύσει ο κεντρικός υπολογιστής αποθηκεύει το σημείο εισόδου του οχήματος ούτως ώστε το αντίτιμο να μπορεί να υπολογιστεί και να χρεωθεί κατά την έξοδό του από τον αυτοκινητόδρομο. Σε αντίθετη περίπτωση ολόκληρη η διαδικασία γίνεται τη στιγμή που το όχημα βρίσκεται στην εμβέλεια της κεραίας της λωρίδας που έχει επιλέξει το όχημα (συνήθως γύρω στα 40 μέτρα).

Σε κάποιες περιπτώσεις (ανάλογα με την χώρα ή και την επιθυμία του κάθε χρήστη) τίθεται θέμα την παραβίασης των προσωπικών δεδομένων που έχει εμπιστευθεί ο χρήστης ή ο ακριβής αριθμός, προσορισμός, ώρα και ημερομηνία των ταξιδιών που έχει πραγματοποιήσει. Για να είναι εφικτή η διατήρηση της ανωνυμίας των χρηστών θα πρέπει να γίνει χρήση ενός συστήματος όπου η κάρτα που θα χρησιμοποιείτε ως αναμεταδότης να χρησιμοποιείται μόνο για την αποθήκευση του εναπομείναντος υπολοίπου του λογαριασμού και την χρέωσή του όταν περνά από ένα σταθμό διοδίων. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η ανωνυμία των χρηστών καθώς το σύστημα λειτουργεί σχεδόν όπως και οι τηλεκάρτες. Ανάλογα με την χωρητικότητα της μνήμης της κάρτας μπορεί να είναι δυνατή η

αποθήκευση μέχρι και 100 συναλλαγών με την εκάστοτε υπηρεσία πληρωμής διοδίων. Έτσι ο χρήστης θα μπορεί να τις χρησιμοποιήσει για δική του ενημέρωση, ελέγχοντας πότε και που πλήρωσε και να τις γνωστοποιήσει όπου αυτός επιθυμεί. Αρκεί μια επίσκεψη στην κατάλληλη υπηρεσία με την κάρτα του ούτως ώστε να γίνει η ανάγνωσή της και να του δοθεί η λίστα με τα δεδομένα.

2.2.1.1 Ηλεκτρονικές κάρτες αυτόματης ταυτοποίησης οχημάτων

Έχουν περίπου το μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας και στις περισσότερες περιπτώσεις τοποθετούνται πάνω στο παρμπρίζ των οχημάτων. Οι κάρτες αυτές μπορούν να χωριστούν σε



κατηγορίες με βάση 1) τον βαθμό στον οποίο μπορούν να προγραμματιστούν και 2) τον τύπο της πηγής ενέργειας που χρησιμοποιούν.

1) Διαχωρισμός με βάση τον βαθμό στον οποίο μπορούν να προγραμματιστούν.

- Τύπος 1: Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται σε αυτές τις κάρτες είναι αμετάβλητες (read only) και συνήθως καταχωρούνται κατά τη διαδικασία κατασκευής τους. Επίσης δεν έχουν την δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων.
- Τύπος 2: Αυτές οι κάρτες περιέχουν και ένα μέσο ανάγνωσης / εγγραφής (read / write) δεδομένων στο οποίο η κεραία / αναγνώστης που βρίσκεται εγκατεστημένη στο σταθμό διόδων μπορεί να εγγράψει πληροφορίες όπως το σημείο εισόδου του οχήματος στον αυτοκινητόδρομο, ημερομηνία κλπ για περαιτέρω χρήση. Επίσης η κάθε κάρτα μπορεί να προγραμματιστεί και να περιέχει εξατομικευμένες πληροφορίες του ιδιοκτήτη της και του οχήματός του.
- Τύπος 3: Επίσης ονομάζονται έξυπνες κάρτες (smart tags) ή (in-vehicle units) γιατί μοιάζουν περισσότερο με μικρές συσκευές παρά με κάρτες. Οι συσκευές αυτές έχουν την δυνατότητα να επικοινωνούν με την κεραία / αναγνώστη. Έτσι τα δεδομένα και οι πληροφορίες, όπως το υπόλοιπο του

λογαριασμού, ανανεώνονται συνεχώς και είναι διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή και στον πελάτη. Μερικά κομμάτια των πληροφοριών είναι αμετάβλητα (όπως αυτά που αφορούν το όχημα και τα στοιχεία του πελάτη) και άλλα μεταβλητά. Οι έξυπνες κάρτες εμπεριέχουν έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος αναλαμβάνει την επεξεργασία των μεταβλητών δεδομένων και τα ανανεώνει κάθε φορά που χρησιμοποιείται η κάρτα. Σε ποιο περίπλοκα συστήματα οι smart cards μπορούν να αφαιρεθούν από την υπόλοιπη συσκευή και να χρησιμοποιηθούν για την πληρωμή άλλων υπηρεσιών όπως για πληρωμές parking και δημόσιων συγκοινωνιών. Αυτό είναι πολύ σημαντικό πλεονέκτημα στην περίπτωση που είναι δυνατός και θεμιτός ο σχεδιασμός ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος που αφορά ολόκληρο το οδικό δίκτυο μιας χώρας (και όχι μόνο) και τις υπηρεσίες που αυτό προσφέρει. Τέλος στις IVU μπορούν να εγκατασταθούν οθόνες και πληκτρολόγια που θα διευκολύνουν την εισαγωγή στοιχείων από τον χρήστη και την εύκολη ενημέρωσή του ανά πάσα στιγμή.

2) Διαχωρισμός με βάση την πηγή ενέργειας.

- **Ενεργητική κάρτα:** Σε αυτές τις κάρτες παρέχεται ενέργεια είτε από μια εσωτερική μπαταρία, είτε από την σύνδεση της με την πηγή ενέργειας του οχήματος. Οι κάρτες αυτές χρειάζονται ενέργεια για να έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων

με την μονάδα επικοινωνίας που βρίσκετε στο χώρο των διοδίων καθώς διαθέτουν δικό τους αναμεταδότη.

- **Παθητική κάρτα:** Εδώ δεν είναι απαραίτητη η ανάγκη για παροχή ενέργειας στην κάρτα του αυτοκινήτου γιατί το σήμα που στέλνει η κεραία που είναι εγκατεστημένη στα διόδια προσαρμόζεται και αντανακλάτε πίσω στον δέκτη.
- **Ημι-ενεργητική:** Οι κάρτες αυτές ενεργοποιούνται μόνο όταν λάβουν ένα σήμα από την κεραία που βρίσκετε στην λωρίδα του δρόμου που χρησιμοποιούν. Στη συνέχεια απαιτείται η χρήση εσωτερικής παροχής ενέργειας για να ανταποκριθούν στο σήμα αυτό.

Οι ενεργητικές κάρτες ενδείκνυνται για ανοιχτά δίοδια, έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια και υψηλότερο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (χρήσιμο για τις smart tags). Αυτό τις καθιστά κατάλληλες για εφαρμογές όπως αυτοματοποιημένες λειτουργίες στους αυτοκινητόδρομους, ανταλλαγή πληροφοριών κατά την διέλευση συνόρων, παροχή πληροφοριών των οδηγών μέσα στα οχήματά τους, ελεύθερη διέλευση οχημάτων εκτάκτου ανάγκης κλπ. Αντίθετα οι κάρτες παθητικής τεχνολογίας έχουν χαμηλό κόστος, μεγαλύτερο κύκλο ζωής, μπορούν εύκολα να μεταφερθούν από ένα όχημα στο άλλο και στις περισσότερες περιπτώσεις λειτουργούν το ίδιο καλά με τις ενεργητικές κάρτες, τουλάχιστον στις απλούστερες εφαρμογές.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι οι τεχνολογικές διαφορές που υπάρχουν στην κατασκευή αυτών των καρτών δεν επηρεάζει την ικανότητα τους να παρέχουν τουλάχιστον τις απαραίτητες πληροφορίες στην υπηρεσία των διοδίων, όπως είναι ο μοναδικός αριθμός αναγνώρισης του κάθε οχήματος (ID), οι οποίες συλλέγονται κατά την διέλευσή τους από τον σταθμό διοδίων ανεξάρτητα από τον τύπο της κάρτας. Είναι καθαρά θέμα σχεδιασμού του εκάστοτε ETC και των απαιτήσεων που υπάρχουν για το ποιος τύπος κάρτας θα χρησιμοποιηθεί.

2.2.2 Αυτόματη Ταξινόμηση Οχημάτων (AVC)

Παραδοσιακά το αντίτιμο που καλείται να πληρώσει ο οδηγός σε έναν σταθμό διοδίων είναι ανάλογο με την κατηγορία στην οποία ανήκει το όχημα που οδηγεί. Οι κατηγορίες αυτές μπορούν να καθοριστούν από τα φυσικά χαρακτηριστικά του οχήματος (ύψος, βάρος, άξονες κλπ.), τον τύπο του οχήματος (μοτοσικλέτα, φορτηγάκι κλπ), τον αριθμό των επιβατών, την εκπομπή ρύπων, τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται το όχημα ή κάποιον συνδυασμό των προαναφερθέντων.

Τα ETC συστήματα χρησιμοποιούν διάφορους αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι στις λωρίδες διέλευσης των οχημάτων και ανάλογα με τον σχεδιασμό και την πολιτική του συστήματος καταγράφουν τα φυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των οχημάτων που είναι απαραίτητα για την τιμολόγηση του αντιτίμου. Τα χαρακτηριστικά αυτά μεταφέρονται σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας, εκεί αναλύονται και βάση αυτής της ανάλυσης ολοκληρώνεται η διαδικασία με την πληρωμή του αντίστοιχου αντιτίμου από τον οδηγό. Η περίπτωση αυτή αφορά τα συστήματα που δεν έχουν εξαρχής καταχωρημένα τους τύπους και την κατηγορία που ανήκει το κάθε όχημα. Σε αντίθετη περίπτωση είναι γνωστό εξ αρχής στο σύστημα σε ποια κατηγορία ανήκει το όχημα μέσω του μοναδικού αριθμού ταυτοποίησης (ID) και ο έλεγχος γίνεται μόνο για επιβεβαίωση της κατηγορίας που διαβάζουν οι δέκτες από την κάρτα του οχήματος.

2.2.3 Συστήματα Ελέγχου Παραβατών (VES)

Το τρίτο κομμάτι ενός ολοκληρωμένου ETC είναι αυτό που ασχολείται με τα συστήματα ελέγχου παραβατών. Τα συστήματα αυτά είναι σημαντικά και εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία των διοδίων, την ασφάλεια των χρηστών καθώς και την ίση μεταχείριση αποτρέποντας την διέλευση οδηγών οι οποίοι έχουν βρει τρόπους να ξεγελούν τα συστήματα και να μην πληρώνουν το αντίτιμο που τους αναλογεί.

Η πιο κοινή περίπτωση παραβίασης είναι όταν ένα όχημα που δεν είναι εφοδιασμένο με τον κατάλληλο αναμεταδότη (κάρτα) προσπαθεί να 'κολλήσει' πίσω από ένα άλλο όχημα που είναι εφοδιασμένο με την συσκευή και εκείνη τη στιγμή επιχειρεί να περάσει το σταθμό διοδίων. Το είδος αυτό της παραβίασης συνήθως διεξάγεται με τη συνεργασία των δυο οδηγών αφού απαιτείται εξαιρετική ικανότητα για να αποφύγεις να γίνεις ορατός χωρίς να συγκρουστείς. Η παραβίαση αυτή καρποφορεί στα διόδια όπου ισχύουν οι χαμηλές ταχύτητες, για παράδειγμα όπου υπάρχουν μπάρες.

Με την βοήθεια ψηφιακών καμερών είναι δυνατή η βιντεοσκόπηση των πινακίδων όσων οχημάτων δεν χρησιμοποιούν της κάρτες του εκάστοτε ETC ή όσα οχήματα έχουν παραπονημένες, χαλασμένες ή πλαστές κάρτες. Η ψηφιακή τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα αναγνώρισης του οχήματος και του ιδιοκτήτη του, ηλεκτρονικής αποθήκευσης των εικόνων για περαιτέρω χρήση από το

σύστημα, ακόμα και αποστολή των στοιχείων αυτών άμεσα σε άλλες υπηρεσίες, όπως η τροχαία εθνικών οδών.

Η τεχνολογία των ETC ήδη εφαρμόζεται σε πολλές χώρες, ανά την υφήλιο παραδείγματα των οποίων παραθέτουμε ευθύς αμέσως.

2.3 Περιπτώσεις χωρών με ETC

Στο σημείο αυτό θα δούμε κάποια ηλεκτρονικά συστήματα πληρωμής των διοδίων που εφαρμόζονται σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, της Αμερικής καθώς και της Ασίας. Τα συστήματα αυτά έκαναν τα νηπιακά τους βήματα πριν από μερικά χρόνια και γρήγορα κέρδισαν την εμπιστοσύνη οδηγών και υπευθύνων τόσο για την εξυπηρέτηση που προσφέρουν όσο και για την ταχύτατη απόσβεση των επενδύσεων για περαιτέρω βελτίωση των αυτοκινητοδρόμων. Αμέσως μετά, θα εξετάσουμε αναλυτικά τα συστήματα APASS και E-ZPass για να κατανοήσουμε καλύτερα τη λειτουργία τους.

ETC στην Ιαπωνία.

Το σύστημα λειτουργεί σε ολόκληρη τη χώρα και αριθμεί πάνω από 1000 σταθμούς διοδίων. Η λειτουργία του ξεκίνησε από την περιφέρεια της Chiba και της Okinawa. Σκοπός του ήταν η μείωση της συμφόρησης των σταθμών διοδίων, η οποία βρέθηκε να είναι 30% μεγαλύτερη από κάθε άλλο μέρος στον κόσμο. Το σύστημα για να επιτύχει την επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων με τους δέκτες των διοδίων χρησιμοποιεί ένα είδος αναμεταδότη (με τη μορφή κάρτας) μικρής εμβέλειας. Ο αναμεταδότης αυτός έχει τη δυνατότητα να κρατά ιστορικό της χρήσης και των πληρωμών που έχει κάνει ο χρήστης.

ETC στο New Jersey Turnpike.

Τον Σεπτέμβριο του 2000 εγκαταστάθηκε στο New Jersey το σύστημα E-Z Pass σημειώνοντας την ολοκλήρωση του μεγαλύτερου συστήματος ETC στις ΗΠΑ. Σύμφωνα με τις αρχές του New Jersey, τα επιτεύγματα του συστήματος ήταν η μετρίαση την κυκλοφοριακής συμφόρησης, η εξοικονόμηση χρόνου για τους οδηγούς, η εξοικονόμηση καυσίμων και η βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Για τις μέρες από Δευτέρα ως Παρασκευή οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν το E-Z Pass, όχι όμως τις ώρες αιχμής, είχαν μια έκπτωση της τάξης του 20%. *(το συγκεκριμένο σύστημα αναλύεται εκτενέστερα σε άλλο μέρος της εργασίας)*

ETC στο Hong Kong και η χρήση GPS.

Το 1998 άρχισε να χρησιμοποιείται στο Hong Kong το GPS προς αντικατάσταση των 'παραδοσιακών' αναμεταδοτών και καρτών. Το νέο σύστημα αντικατέστησε τους σταθμούς διοδίων με 'εικονικά' σημεία πληρωμής ούτως ώστε τα οχήματα που ήταν εξοπλισμένα με μια GPS συσκευή να μπορούν να επικοινωνούν με τον ειδικό δορυφόρο και να υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο το αντίτιμο το οποίο θα χρεωθεί ο λογαριασμός του χρήστη.

Κίνα

Στην Κίνα αναπτύσσεται και προωθείται η λεγόμενη Global Card η οποία χρησιμοποιείται για όλες της υπηρεσίες μεταφορών και

αυτοκινητόδρομων της χώρας όπως ETC, μετρό και περιοχές πάρκινγκ. Υπάρχουν σχέδια για τη χρήση onboard unit (OBU) στο άμεσο μέλλον για την αυτόματη χρέωση των λογαριασμών των χρηστών μέσω του internet. Η τεχνολογία αυτή αναμένετε να είναι πρωτοπόρα και θα αντικαταστήσει σταδιακά την Global card περνώντας από τα χειροκίνητα στα ηλεκτρονικά συστήματα.

Αυστραλία

Η Αυστραλία έχει το μεγαλύτερο ανοιχτό ETC στον κόσμο. Χρησιμοποιεί μικρής εμβέλειας συσκευές επικοινωνίας που είναι εγκατεστημένες στα οχήματα για την χρέωση τους από το σύστημα τη στιγμή που περνάν από τα διόδια. Υπάρχει επίσης και δυνατότητα αναγνώρισης των πινακίδων του οχήματος καθώς και σύστημα εντοπισμού και κατάταξης του που βασίζεται στη χρήση βίντεο. Τα οχήματα έχουν τη δυνατότητα να περνούν από τους σταθμούς διοδίων με ταχύτητα που αγγίζει τα 30 χιλιόμετρα την ώρα χωρίς να χρειάζεται να σταματήσουν.

Κολομβία

Η εγκατάσταση του ETC στην Κολομβία έγινε με σκοπό να μειωθεί το ποσοστό παραβιάσεων και οι πράξεις δόλου των υπαλλήλων. Όταν ένα όχημα πλησιάζει στον σταθμό ο υπάλληλος χειροκίνητα εισάγει την κλάση του οχήματος για να αποτιμηθεί το πόσο που θα κληθεί να πληρώσει ο οδηγός. Όταν ο όχημα ξεκινήσει περνά πάνω από αισθητήρες που ελέγχουν τις διαστάσεις του, τον αριθμό των

αξόνων του και το βάρος του. Με αυτόν τον τρόπο αυτόματα το κατατάσσουν σε μια κατηγορία και αν αυτή διαφέρει με τις πληροφορίες που έχει δώσει ο υπάλληλος το όχημα φωτογραφίζεται από 8 διαφορετικές κάμερες.

2.4 E-ZPass



Τα περισσότερα διόδια σήμερα είναι εξοπλισμένα με ένα ηλεκτρονικό σύστημα πληρωμής των διοδίων το ονομαζόμενο E-Zpass που εντοπίζει και προωθεί τους ταξιδιώτες ηλεκτρονικά. Ο οδηγός πληρώνει συνήθως μια προκαταβολή και το αποκτά.

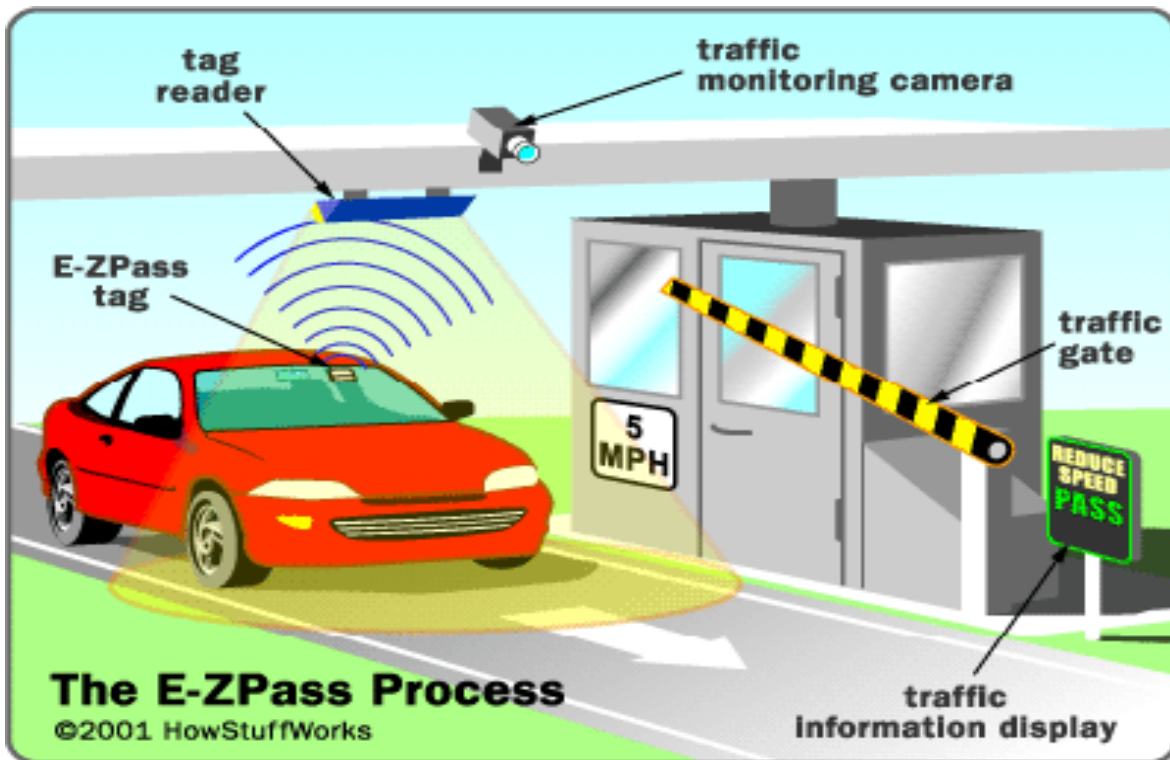
Αναλυτικά τα βασικά συστατικά στοιχεία του συστήματος αυτού είναι:

- Ο transponder, μια συσκευή εκπομπής ραδιοκυμάτων
- Η antenna, μια κεραία
- Ο lane controller, ένας υπολογιστής που ελέγχει την εξοπλισμένη με το σύστημα λωρίδα και συνδέεται σε τοπικό δίκτυο (LAN) και τέλος

- Το Host computer system. Πρόκειται για μια βάση δεδομένων στην οποία συνδέονται όλα τα τοπικά δίκτυα των διοδίων μέσω WAN.

Ο transponder είναι ένας ραδιοφωνικός μικροεπεξεργαστής δύο όψεων που λειτουργεί με μπαταρίες στη συχνότητα των 900MHz και αλληλεπιδρά με την κεραία. Προσαρμόζεται στο αυτοκίνητο και σε αυτόν καταγράφεται ένα στοιχείο αναγνώρισης του χρήστη. Η κεραία τοποθετείται πάνω από κάθε λωρίδα διοδίων και με τη σειρά της διαβάζει το στοιχείο αυτό και κρατά το ακριβές αντίτιμο του διοδίου που αφαιρείται ηλεκτρονικά από το λογαριασμό του χρήστη. Οι διαστάσεις της κυμαίνονται από 2-3m φάρδος και 3m ύψος.

Πολλά ηλεκτρονικά συστήματα πληρωμής διοδίων διαθέτουν επίσης και ένα είδος κουρτίνας φωτός (light curtain) που πρόκειται για μια δέσμη φωτός η οποία ενεργοποιείται μόλις ένα αυτοκίνητο εισέλθει στη λωρίδα με το E-Zpass.



Αμέσως παρακάτω, παραθέτουμε τον τρόπο που το σύστημα αυτό λειτουργεί:

- Καθώς ένα αυτοκίνητο πλησιάζει τη λωρίδα το πεδίο των ραδιοσυχνοτήτων εκπέμπει και η κεραία ενεργοποιεί τον πομπό.
- Ο πομπός εκπέμπει με τη σειρά του ένα σήμα στην κεραία της λωρίδας με κάποιες πληροφορίες.
- Οι πληροφορίες αυτές μεταφέρονται από την κεραία στα κεντρική βάση δεδομένων.
- Αν ο λογαριασμός έχει το κατάλληλο πιστωτικό απόθεμα, το ποσό του αντιτίμου αφαιρείται από το λογαριασμό του οδηγού.
- Αν υπάρχει πύλη στην λωρίδα, αυτή ανοίγει και
- Ένα πράσινο φως υποδεικνύει στον οδηγό ότι μπορεί να περάσει. Πολλές λωρίδες διόδων διαθέτουν οθόνη που

ενημερώνει τον οδηγό ότι πλήρωσε καθώς και για το υπόλοιπο του λογαριασμού του.

Κανόνες για την ταχύτητα προσπέλασης ποικίλλουν από σύστημα σε σύστημα και κυμαίνονται από 86-48 kph.

Το συγκεκριμένο σύστημα εφαρμόστηκε στο New Jersey των Ηνωμένων Πολιτειών και το Σεπτέμβριο του 2000 διεξήχθη έρευνα για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητά του.

Η έρευνα έγινε πάνω σε μια εκτενή συλλογή δεδομένων που αφορούσαν την καταμέτρηση της κυκλοφορίας, **lane configurations**, το χρόνο αναμονής/ καθυστέρησης στην ουρά καθώς και τους χρόνους συναλλαγής σε περιόδους αιχμής σε 27 σταθμούς διόδων. Παράγοντες όπως το είδος του οχήματος, η μέση ταχύτητα προσέγγισης στα διόδια, οι ρυθμοί επιτάχυνσης και επιβράδυνσης των αυτοκινήτων και η καθυστέρηση στην ουρά ελήφθησαν υπόψη για να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα του ηλεκτρονικού συστήματος και να διαπιστωθεί η ποιότητα του αέρα (**system- wide air- quality impacts**) μετά την εγκατάστασή του.

Βασισμένη σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας των αυτοκινήτων στα διόδια, τις εργάσιμες μέρες, οι ακόλουθοι υπολογισμοί έγιναν:

Αναφορικά με την καθυστέρηση:

- ✓ Η καθυστέρηση στα διόδια μειώθηκε σχεδόν κατά 85% και εξοικονομήθηκαν με αυτόν τον τρόπο 2.091,000 ώρες οδήγησης το χρόνο.
- ✓ Η καθυστέρηση του κάθε αυτοκινήτου χωριστά μειώθηκε κατά 1,8 εκατ. Ώρες το χρόνο.
- ✓ Η καθυστέρηση των φορτηγών ελαττώθηκε κατά 291000 ώρες το χρόνο και τέλος
- ✓ Η καθυστέρηση των χρηστών του ίδιου του συστήματος μειώθηκε κατά 1,334,000 ώρες το χρόνο.

Όσον αφορά τις δαπάνες:

- ✓ Οι δαπάνες των οδηγών ως αποτέλεσμα την μείωσης της καθυστέρησης υπολογίστηκαν στα 19 εκατ. \$ για τα επιβατικά αυτοκίνητα και σε 6,1 εκατ. \$ για τα φορτηγά αυτοκίνητα το χρόνο.
- ✓ Τα χρήματα που ξοδεύτηκαν σε σχέση με την κατανάλωση καυσίμων ήταν 1,5 εκατ. \$ για τα επιβατικά αυτοκίνητα και 400.000\$ για τα φορτηγά.

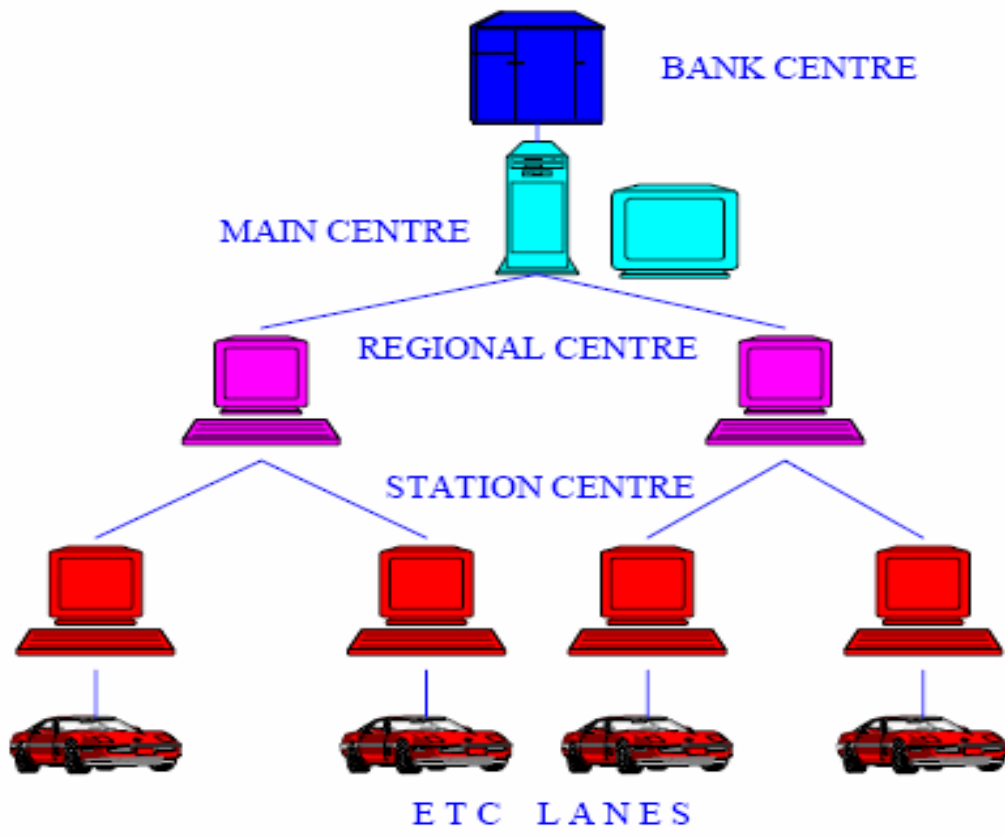
Σχετικά με τα ενεργειακά αποθέματα και το περιβάλλον:

- ✓ Η κατανάλωση καυσίμων ελαττώθηκε κατά 1,2 εκατ. γαλόνια το χρόνο.
- ✓ Οι υπολογισμοί έδειξαν επίσης πως η εκπομπή οργανικών ρίπων μειώθηκε κατά 0,35 τόνους κάθε εργάσιμη μέρα με ένα 80% της μείωσης να οφείλεται στην βελτιωμένη απόδοση των επιβατικών αυτοκινήτων. Οι εκτιμήσεις για την εκπομπή οξειδίου του αζώτου παρουσίασαν μείωση κατά 0,056 τόνους κάθε εργάσιμη μέρα με ένα 58% του αποτελέσματος αυτού να αφορά την βελτιωμένη απόδοση των βαρέων αυτοκινήτων.

Σε μια άλλη εφαρμογή, στη γέφυρα Tappan Zee της Νέας Υόρκης οι ηλεκτρονικές λωρίδες πληρωμής διοδίων εξυπηρετούν πάνω από 1000 οχήματα την ώρα. Οι επανδρωμένες με προσωπικό λωρίδες περίπου 400 οχήματα την ώρα. Μετά την υιοθέτηση του E-ZPass η ταχύτητα που αναπτύσσουν οι οδηγοί αγγίζει τα 25 km/h συγκριτικά με το μποτιλιαρισμένο σύστημα που εφαρμοζόταν μέχρι τότε (8-12 km/h).

2.5 A-Pass

Ένα δεύτερο σύστημα αυτόματης ηλεκτρονικής πληρωμής των διοδίων που αξίζει να μελετηθεί είναι το ονομαζόμενο A-Pass, το οποίο κατασκευάστηκε από την ASELSAN για τα εθνικά δίκτυα και γέφυρες. Το A-Pass σαν ένα ολοκληρωμένο σύστημα, παρέχει υποσυστήματα για ηλεκτρονικές συναλλαγές χωρίς να χρειάζεται ο οδηγός να σταματά, διαδικασίες συλλογής πληροφοριών, επιτήρησης, παρακολούθησης, ενέργειες που προλαμβάνουν τις παραβάσεις, εργασίες για την εκκαθάριση των διοδίων καθώς και διευκολύνσεις στη σύνταξη αναφορών. Πρόκειται για ένα σύστημα με κλιμακωτή αρχιτεκτονική, το οποίο μπορεί να διαχειριστεί μια διαδικασία στα στενά γεωγραφικά πλαίσια μιας εθνικής οδού μέχρι μια διαδικασία στο ευρύ φάσμα μιας χώρας που να καλύπτει ένα μεγάλο αριθμό διοδίων σε εθνικά δίκτυα και γέφυρες. Ευθύς παρακάτω θα δώσουμε μια πιο αναλυτική περιγραφή της μορφής που έχει το A-Pass.



Στην κορυφή της ιεραρχίας του συστήματος βρίσκεται το Κέντρο Γενικού Ελέγχου (Main Control Center) όπου με τη βοήθεια ενός κεντρικού server συγκεντρώνονται όλες οι συναλλαγές των διοδίων και κρατούνται αρχεία με τα προσωπικά στοιχεία των συνδρομητών του συστήματος (όνομα, διεύθυνση, τηλέφωνο), όπως και το ιστορικό των λογαριασμών τους. Το MCC με τη σειρά του αλληλεπιδρά με το Clearance House (συνήθως μια τράπεζα στην οποία κρατείται ο προπληρωμένος ή χρεωστικός λογαριασμός των χρηστών του συστήματος) μέσω συναλλαγών και λαμβάνει πίσω μια απάντηση με τη μορφή έγκρισης ή απόρριψης. Όλες οι συναλλαγές μαρκάζονται με την ένδειξη 'ελήφθη' και στην περίπτωση που δε ληφθεί καμία απάντηση η συναλλαγή μαρκάζεται ως εκκρεμής και ξαναστέλνεται στο Clearance House αυτόματα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

Επίσης, διαχειρίζεται τις συναλλαγές που κάνουν τα άτομα, το πιστωτικό υπόλοιπο και τις πληρωμές τους, επιβλέπει την κυκλοφορία του συστήματος και συγκεντρώνει τις αναφορές όλων των διοδίων. Λειτουργικοί παράμετροι του συστήματος όπως η μαύρη λίστα, η λίστα με την ειδοποίηση για τους χρήστες των οποίων οι λογαριασμοί τους έχουν φτάσει στο κατώτατο όριο, και ο πίνακας με τον καθορισμό των διοδίων έχουν την αφετηρία τους εδώ και αυτόματα διαδίδονται προς τα κάτω στην ιεραρχία. Τέλος, το κέντρο γενικού ελέγχου λειτουργεί μια βάση δεδομένων για τις παραβιάσεις όλου του συστήματος, στο οποίο ο αριθμός κυκλοφορίας του παραβάτη, η ημερομηνία, ώρα και η τοποθεσία της παράβασης

καθώς και ένα προτεινόμενο πρόστιμο καταγράφονται. Το σύστημα επιτρέπει στους παραβάτες να πληρώνουν αμέσως το πρόστιμο στο σταθμό διοδίων που βρίσκονται και τότε το κέντρο ελέγχου του σταθμού στέλνει τα δεδομένα της πληρωμής αυτόματα στο κέντρο γενικού ελέγχου. Για την εξόφληση των παραβιάσεων που εκκρεμούν και για να βρει τις διευθύνσεις τους, το σύστημα παράγει ηλεκτρονικές λίστες με την άδεια του αριθμού κυκλοφορίας όλων των παραβατών σε οποιαδήποτε μορφή του ζητηθεί. Σε κάποιες χώρες τα τμήματα ασφαλείας ή η τροχαία συνεργάζονται με τους χειριστές των διοδίων παρέχοντας τους τις διευθύνσεις που ανταποκρίνονται στην κάθε άδεια αριθμού κυκλοφορίας στη λίστα. Όλη αυτή η διαδικασία γίνεται αυτόματα δεδομένου ότι υπάρχει κάποιο καθεστώς συνεργασίας. Μόλις οι διευθύνσεις αποκτηθούν, το σύστημα παράγει ειδοποιήσεις που ταχυδρομούνται. Οι πληρωμές καταγράφονται στη βάση. Το κέντρο πρόληψης των παραβάσεων είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι δραστηριότητές του να είναι όσο το δυνατόν αυτοματοποιημένες. Αμέσως παρακάτω βλέπουμε την οθόνη που διαθέτει το συγκεκριμένο επίπεδο διαχείρισης.

** GKM ** Merkez : Ana Kontrol Merkez [1] Otoyol : İstanbul-Ankara Otoyolu [4] İstasyon : Çankaya [9]

Recevier Kullanıcı Sistem Risk Numarası Grup GKM Konfigurasyonu Geçiş Kontrolü Geçiş İşlemi Geçiş İşlemi Sistem Parametreleri

GİRİŞ GEÇİMLERİ İZLEME

No	Güvenli	Durum	Tarih	Saat	Ses	Araç	Son mesaj	Ayarlar
11	999999		22/07/1999	10:00	1	0	Donanım veya İletişim Durumu Değişti	Ayarlar
12	999999		22/07/1999	10:00	1	0	Donanım veya İletişim Durumu Değişti	Ayarlar
								Ayarlar
								Ayarlar
								Ayarlar

ÇIKIŞ GEÇİMLERİ İZLEME

No	Güvenli	Durum	Tarih	Saat	Ses	Araç	Son mesaj	Ayarlar
18	999999		22/07/1999	10:00	99	0	Donanım veya İletişim Durumu Değişti	Ayarlar
19	999999		22/07/1999	10:00	99	0	Donanım veya İletişim Durumu Değişti	Ayarlar
20	999999		22/07/1999	10:00	99	0	Donanım veya İletişim Durumu Değişti	Ayarlar
								Ayarlar
								Ayarlar

Son Durum Alınması
01/12/1999 18:07:38

14:22:22

Το αμέσως επόμενο επίπεδο στην ιεραρχία διαχείρισης του A-Pass είναι το Κέντρο Ελέγχου των διοδίων μιας Περιφέρειας (Regional Control Center). Με τον όρο περιφέρεια νοείται ένα σύνολο σταθμών διοδίων μέσα σε ένα κλειστό τμήμα μιας εθνικής οδού ή ένα σύνολο γεφυρών που ενώθηκαν για να σχηματίσουν μια περιφέρεια. Η ομαδοποίηση αυτή είναι σημαντική αφού με τον τρόπο αυτό το RCC δρα σαν συλλέκτης δεδομένων για λογαριασμό του κεντρικού σταθμού ελέγχου και δεύτερον, γιατί η διαχείριση τόσο των διοδίων όσο και των δασμών που προέρχονται από αυτά όπως και το σύνολο των αναφορών πηγάζουν από συγκεκριμένο σημείο.

Το RCC όπως ήδη αναφέραμε είναι ο συνδεδεμένος κρίκος ανάμεσα στο κέντρο γενικού ελέγχου του συστήματος και τους

λοιπούς σταθμούς που βρίσκονται υπό την εποπτεία του. Η επικοινωνία επιτυγχάνεται είτε μέσω δικτύου τηλεφωνίας, είτε με ενοικιαζόμενες τηλεφωνικές γραμμές ή ακόμα και μέσω ενός δικτύου ειδικά κατασκευασμένο για το σύστημα με οπτικές ίνες.

Τέλος, το κατώτατο σημείο της ιεραρχίας το κέντρο ελέγχου των σταθμών ελέγχει και παρακολουθεί όλες τις λωρίδες που εφαρμόζουν το A-Pass μέσα σε ένα σταθμό. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τις λωρίδες μεταφέρονται στο κέντρο έλεγχου περιφέρειας και από εκεί στο κέντρο γενικού ελέγχου του συστήματος. Το κέντρο ελέγχου των σταθμών είναι υπεύθυνο για όλες τις δραστηριότητες που αφορούν ένα σταθμό συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω:

- Να συλλέγει τις πληροφορίες από τις συναλλαγές στις λωρίδες με το A-Pass.
- Να διαχειρίζεται τις συγκεκριμένες λωρίδες ενημερώνοντας αυτόματα τον πίνακα με την τιμολογιακή πολιτική των διοδίων, τη λίστα με το όριο των λογαριασμών των συνδρομητών κ.τ.λ
- Να παράγει αναφορές για τα κέρδη και την κίνηση των διοδίων ανά ώρα, μέρα, μήνα και έτος.
- Να επιμελείται τη διάταξη του συστήματος του σταθμού προσθέτοντας νέες λωρίδες και αλλάζοντας τις λειτουργικές παραμέτρους.

Το συγκεκριμένο επίπεδο χρησιμοποιεί μια βάση, όπου καταγράφονται τα δεδομένα. Η επικοινωνία με τις λωρίδες επιτυγχάνεται μέσω δικτύου LAN και ενός πρωτοκόλλου το οποίο εγγυάται ότι σε καμία περίπτωση κανένα δεδομένο δε πρόκειται να χαθεί. Τέλος η επικοινωνία με τα ανώτερα στρώματα γίνεται όπως και στο προηγούμενο επίπεδο.

Όσον αφορά τις λωρίδες με την ένδειξη A-Pass είναι πλήρως αυτοματοποιημένες. Η καμπίνα ελέγχου που μπορεί να τοποθετηθεί είτε μέσα στο εκδοτήριο ή εξωτερικά στη νησίδα ελέγχει όλο το παραμετρικό εξοπλισμό ο οποίος περιλαμβάνει τα ακόλουθα:



Road Side Unit: αλληλεπίδρα με την συσκευή στο αυτοκίνητο του χρήστη στα 5.8 GHz είναι εγκατεστημένη με τέτοιο τρόπο ώστε ένα αυτοκίνητο κάθε φορά να βρίσκεται στη ζώνη αλληλεπίδρασης. Η ασφάλεια στην επικοινωνία επιτυγχάνεται με μια μέθοδο διπλής πιστοποίησης, γεγονός που σημαίνει ότι και οι δυο πλευρές πιστοποιούν η μια την άλλη.

Η συσκευή που τοποθετείται στα αυτοκίνητα των συνδρομητών είναι μοναδική με δυνατότητες ανάγνωσης/ γραφής. Ο βομβητής που είναι προσαρμοσμένος σε αυτή εκπέμπει διαφορετικούς ήχους ειδοποιώντας τους οδηγούς για διάφορα γεγονότα. Συνήθως, όταν ακούγεται ένας χτύπος σημαίνει ότι υπήρξε επιτυχής συναλλαγή ενώ πολλαπλοί χτύποι ειδοποιούν τον οδηγό για κάποιο πρόβλημα όπως

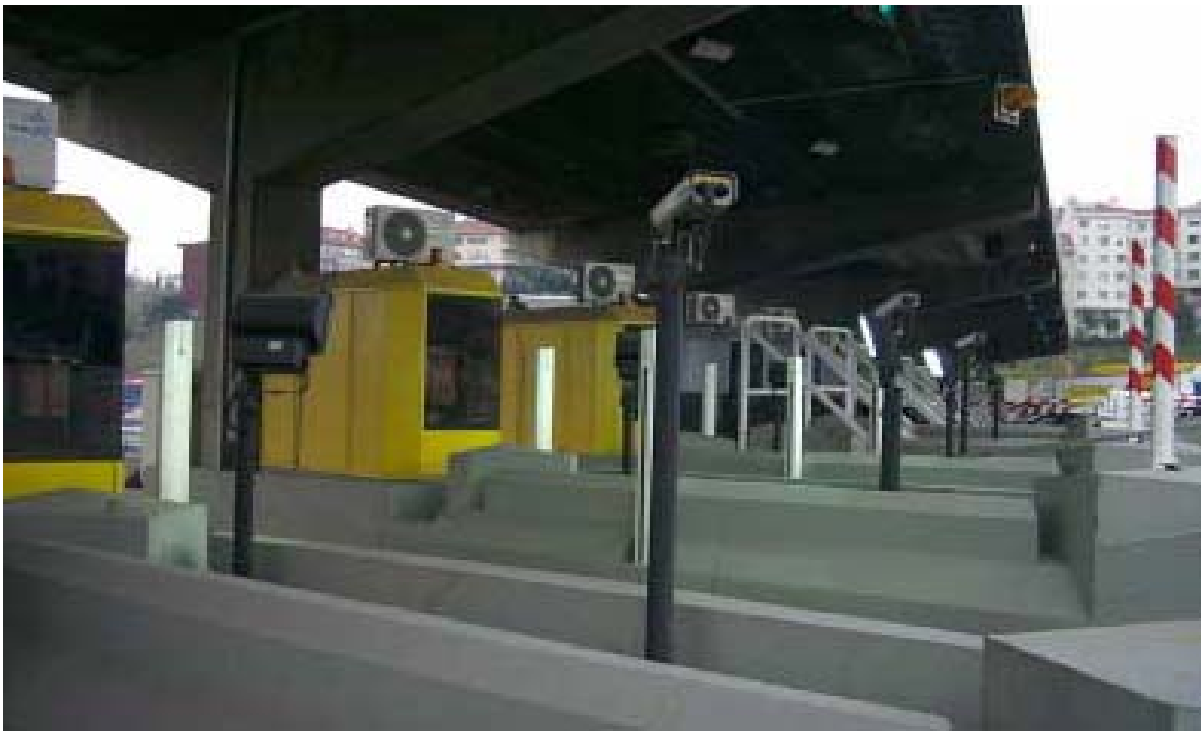
για παράδειγμα ότι μπήκε ο λογαριασμός του άγγιξε το κατώτερο επίπεδο.

Automatic Vehicle Classification (AVC) Subsystem: το υποσύστημα αυτό ταξινομεί τα οχήματα σύμφωνα με παραμέτρους όπως είναι ο αριθμός των αξόνων τους, ο διαχωρισμός ανάμεσα στους άξονες, το φάρδος των ελαστικών και το ύψος του οχήματος στον πρώτο άξονα. Το συγκεκριμένο υποσύστημα αξιοποιεί τους ανιχνευτές αξόνων που βρίσκονται στην επιφάνεια του οδοστρώματος, μαγνητικούς βρόχους, κουρτίνα φωτός και ένα εξειδικευμένο επεξεργαστή για την κατάταξη των μεγεθών σε διαφορετικές τάξεις.

Vehicle Detector and Separator: πρόκειται για μια κουρτίνα φωτός υψηλής ανάλυσης που μαζί με ένα μαγνητικό βρόχο χρησιμοποιούν για να εντοπίζουν και να ξεχωρίζουν τα οχήματα. Η ανάλυση που προσφέρει η κουρτίνα εγγυάται την ανίχνευση τυχόν εμποδίων και τον διαχωρισμό των οχημάτων ακόμα και αν αυτά βρίσκονται σε πάρα πολύ κοντινές αποστάσεις.

Violation Enforcement Subsystem (VES): το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για τη ψηφιακή φωτογράφιση των αυτοκινήτων στην περίπτωση που υπάρξουν ανωμαλίες όπως συναλλαγές χωρίς έγκυρη μονάδα αυτοκινήτου (IVU), ή αυτοκίνητα που βρίσκονται στη μαύρη λίστα. Το υποσύστημα διαθέτει υψηλή ανάλυση, σταδιακή σάρωση, μαύρη και λευκή κάμερα μαζί με περιβαλλοντική στέγαση (environmental housing), φωτεινούς σηματοδότες και σύστημα ηλεκτρονικής απόσπασης της φωτογραφίας ακόμα και αν τα

οχήματα αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες. Ο φωτισμός μπορεί να έχει τη μορφή συμβατικού φωτισμού με μηχανισμό αυτόματου on/off ή υπερύθρων. Οι φωτογραφίες που τραβά το σύστημα μαζί με τα λοιπά δεδομένα στέλνονται στο κέντρο ελέγχου του σταθμού μέσω τοπικού δικτύου. Οι εικόνες αυτές δέχονται περαιτέρω επεξεργασία από κάποιο άτομο υπεύθυνο για τη διαδικασία αυτή ή από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα.



Οθόνες αναγραφής του αντιτίμου και μηνυμάτων: αυτές οι τριών σειρών οθόνες διαθέτουν πολύ φωτεινό κίτρινο χρώμα για αυξημένη ορατότητα κάτω από όλες τις συνθήκες. Βρίσκονται μέσα σε περίβλημα αλουμινίου ανθεκτικό σε όλες τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Φώτα κυκλοφορίας(traffic lights): το σύστημα A-Pass χρησιμοποιεί δυο φώτα/ φανάρια κυκλοφορίας, κίτρινο και πράσινο διαμέτρου 200mm το καθένα. Σε κάθε φανάρι χρησιμοποιούνται λαμπερές φωτοдиодοι η κατανάλωση ενέργειας των οποίων είναι πολύ μικρή.

Canopy Light: χρησιμεύει για να υποδεικνύει εάν η λωρίδα είναι ανοιχτή ή κλειστή στην κυκλοφορία.

Αυτόματες μπάρες: η μονάδα αυτή προαιρετική για το A-Pass. Δεν χρησιμοποιείται σαν μηχανισμός επιβολής των κανόνων αλλά μάλλον για τη ρύθμιση του ορίου της ταχύτητας.

Το A-Pass σαν ένα συνδρομητικό σύστημα συλλογής διοδίων είναι πολύ αποτελεσματικό στις εθνικές οδούς με μεγάλη κίνηση όπως και στις γέφυρες τις οποίες ένα μεγάλο κομμάτι της καθημερινής κίνησης διασχίζει. Για τέτοιου είδους ευκολίες το A-Pass δραστικά μειώνει τις ουρές αναμονής κάνοντας τις λωρίδες των διοδίων πιο αποτελεσματικές. Επιπρόσθετα, συμβάλλει στη μείωση των συναλλαγών με μετρητά γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα και τη μείωση πιθανών κρουσμάτων απάτης, μειώνει το έμφυχο προσωπικό αφού όλες οι λειτουργίες είναι αυτόματες και παρέχει μια

ολοκληρωμένη διαχείριση των σταθμών διοδίων στα ευρύτερα πλαίσια της χώρας.

2.6 Η περίπτωση της Κορέας

Αφού είδαμε τη λειτουργία των συστημάτων αυτών και διαπιστώσαμε τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή τους, καλό θα ήταν να εξετάσουμε και ένα παρόμοιο σύστημα από τη σκοπιά της τιμολόγησης. Μια τέτοια περίπτωση είναι το σύστημα της Κορέας όπου οι πολίτες είχαν έντονα παράπονα για την οικονομική επιβάρυνση και για τις αδικίες που δημιουργούνταν στα κόμιστρα με βάση τα χιλιόμετρα που διένυαν. Το θέμα είχε λάβει κοινωνικές διαστάσεις και έπρεπε να ληφθούν μέτρα για τη λύση του προβλήματος.

Το σύστημα της Κορέας είναι ανοιχτού τύπου. Αντιδράσεις των πολιτών όμως σε περιοχές με έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση και παράλληλα υψηλό κόμιστρο οδήγησαν στην ιδέα για χρήση ενός κλειστού συστήματος όπου αυτό κρινόταν απαραίτητο χωρίς να καταργηθεί πλήρως το ανοιχτό σύστημα. Οι έρευνες που ακολούθησαν έδειξαν ότι κάτι τέτοιο ήταν πρακτικά αδύνατον. Η αλλαγή από ανοιχτό σε κλειστό σύστημα θα οδηγούσε σε μια σειρά από αντιδράσεις λόγω του μεγάλου αριθμού χρημάτων που θα απαιτούσε κάτι τέτοιο καθώς και την πρόσθετη κυκλοφοριακή συμφόρηση που θα δημιουργούνταν, από την κατασκευή των εγκαταστάσεων του κλειστού συστήματος, στους αυτοκινητόδρομους. Έτσι η μόνη λύση ήταν η διατήρηση του ανοιχτού συστήματος και η προσπάθεια για επίλυση των αντιδράσεων για την τιμολογιακή πολιτική των διοδίων. Στον

πίνακα που ακολουθεί παραθέτουμε τις διαφορές του κλειστού και ανοιχτού συστήματος.

	Κλειστό Σύστημα Λειτουργίας Αυτοκ/μων	Ανοιχτό Σύστημα Λειτουργίας Αυτοκ/μων
--	--	--

<p>Τρόπος Λειτουργίας</p>	<p>Τα διόδια συλλέγονται κατά την είσοδο στην εθνική οδό ενώ τόσο η είσοδος όσο και η έξοδος ελέγχονται.</p>	<p>Τα διόδια συλλέγονται κατά την είσοδο στην εθνική οδό, στην οποία δεν ισχύει κανένα μέτρο ελέγχου.</p>
<p>Κριτήρια για λήψη απόφασης συστήματος</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Εθνικές Αρτηρίες με μεγάλες αποστάσεις, καθώς και δρόμοι πολλαπλών επιπέδων. - Τα περισσότερα οχήματα ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις 	<ul style="list-style-type: none"> - Τομείς με μικρές αποστάσεις μεταξύ εισόδων και εξόδων. - Τα περισσότερα οχήματα ταξιδεύουν μικρές αποστάσεις (γύρω από αστικές περιοχές).

<p>Πλεονεκτήματα</p>	<p>-Εξασφαλίζει ισότητα χρεώνοντας όλα τα οχήματα με βάση την απόσταση που διανύουν. -Ευκολία στο έλεγχο των οχημάτων και περισσότερα τα αναμενόμενα έσοδα από τη σκοπιά της διεύθυνσης των εθνικών αρτηριών.</p>	<p>-Χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας. -Υψηλή αποτελεσματικότητα</p>
<p>Μειονεκτήματα</p>	<p>Υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας</p>	<p>Όλα τα οχήματα πληρώνουν το ίδιο ποσό, γεγονός που προκαλεί αντιδράσεις</p>

Για να καθορισθεί το αντίτιμο των διοδίων πρέπει να ληφθεί υπόψη τόσο το συνολικό κόστος κατασκευής και συντήρησης του συστήματος όσο και η εξασφάλιση κεφαλαίων για την ανάπτυξη του.

Προς το παρόν η δομή που ισχύει συμπεριλαμβάνει το απλό αντίτιμο και το ελάχιστο ποσό καταβολής ταυτόχρονα. Ο υπολογισμός του βασικού αντιτίμου γίνεται αν πολλαπλασιάσουμε την απόσταση που διένυσε κάποιος με ένα δείκτη/χμ. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται κάθε χρόνο λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά μεταβλητών όπως π.χ την κατάσταση της οικονομίας και τον τύπος του οχήματος. Παρόλα αυτά όπου το υπολογισμένο αντίτιμο είναι χαμηλότερο από ένα ποσό π.χ 2Ευρώ (δικλίδα ασφαλείας) τότε η ελάχιστη καταβολή είναι 2Ευρώ.

Ο υπολογισμός των διοδίων για το Κλειστό σύστημα είναι:

Ελάχιστο αντίτιμο + (Οδηγηθείσα απόσταση) * δείκτης/χμ.

ενώ στο Ανοιχτό σύστημα υπολογίζεται:

Βασικό αντίτιμο + Μέση Απόσταση * ρυθμός/χμ

Για τον καθορισμό του αντιτίμου η αρμόδια υπηρεσία προχώρησε σε μια κατανομή των οχημάτων σε 5 κατηγορίες για καθεμιά από αυτές η χρέωση γίνεται χωριστά, λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό της φθοράς που προκαλούν.

Κατηγορία οχήματος	Περιγραφή	Ύψος διοδίου
1	Λεωφορείο 16 επιβατών ή λιγότερους. Φορτηγό 2.5 τόνων και κάτω	1,00
2	Λεωφορείο 17-32 επιβατών. Φορτηγό 2.5-5.5 τόνων	1,05
3	Λεωφορείο για περισσότερους από 33 επιβάτες. Φορτηγό 5.5-10 τόνων	1,08
4	Φορτηγό 10-20 τόνων	1,86
5	Φορτηγό 20 τόνων και πάνω.	1,90

Επιπλέον η αρμόδια υπηρεσία αναπροσαρμόζει τα διόδια κάθε δημοσιονομικό έτος λαμβάνοντας υπόψη τα έσοδα και έξοδά της, τις διευκολύνσεις που προσφέρουν οι αυτοκινητόδρομοι στους χρήστες και τις επιρροές στις τιμές των καταναλωτικών προϊόντων και της εθνικής οικονομίας γενικότερα.

Ωστόσο, η τωρινή δομή των διοδίων της Κορέας φέρουν κάποια σημαντικά προβλήματα τα οποία έχουν να κάνουν με:

- την αδυναμία να καθοριστεί μια αντικειμενική βάση για τον υπολογισμό του ποσού του αντιτίμου,
- με τη μεταβλητότητα στην περισυλλογή των διοδίων καθώς από τη μια πλευρά, η υιοθέτηση του ελάχιστου αντιτίμου με βάση τα 20χμ προκαλεί τις αντιδράσεις των χρηστών που πληρώνουν το ελάχιστο αυτό ποσό, ενώ πραγματοποιούν λιγότερες αποστάσεις και από την άλλη, στην περίπτωση του Ανοιχτού συστήματος όπου ο υπολογισμός του αντιτίμου εξαρτάται από τη μέση χιλιομετρική απόσταση. Τέλος, αν ληφθεί υπόψη ο δείκτης/χμ σε σχέση με τις φθορές που προκαλούν τα οχήματα κάθε κατηγορίας στις εθνικές αρτηρίες τότε και εδώ δημιουργούνται ανισότητες στην επιβολή του αντιτίμου.

Ανάμεσα στις διάφορες εναλλακτικές λύσεις όπως: η εξ' ολοκλήρου κατάργηση των διοδίων, η μετατροπή του Ανοιχτού Συστήματος σε Κλειστό και η επιβολή πληρωμής εισόδου η καλύτερη δυνατή λύση έγκειται στη μετατροπή του Ανοιχτού Συστήματος σε Κλειστό.

Εντούτοις, η μετατροπή σε Κλειστό σύστημα και η υιοθέτηση αντιτίμου εισόδου είναι λύσεις τεχνικά αδύνατες. Επιπλέον, η εξολοκλήρου κατάργηση των διοδίων είναι δύσκολο να γίνει αποδεκτή καθώς εναντιώνεται στο ολοκληρωμένο προφίλ διαχείρισης των διοδίων που απαιτεί πόρους για συντήρηση των δρόμων και περαιτέρω επενδύσεις. Για το λόγο αυτό η βέλτιστη λύση που προτάθηκε ήταν η διατήρηση του υπάρχοντος συστήματος και η αντιμετώπιση κάθε προβλήματος μέσω της συνεχούς βελτίωσης της δομής του.

Ένα άλλο θέμα που απασχόλησε τους υπευθύνους ήταν αν έπρεπε να διατηρηθούν οι Μικτές γραμμές διοδίων ή να εγκατασταθούν ξεχωριστές γραμμές συλλογής διοδίων ανάλογα με τον τύπο του οχήματος. Ύστερα από έρευνες διαπιστώθηκε πως οι ξεχωριστές γραμμές δεν εξυπηρετούσαν τους χρήστες καθώς έπρεπε να ψάχνουν τη λωρίδα που ανήκουν με αποτέλεσμα να χάνουν πολύτιμο χρόνο και να δημιουργείται συμφόρηση στους σταθμούς και έτσι αποφασίστηκε να παραμείνει το σύστημα ως έχει.

Εναλλακτικές στη δομή των διοδίων: αντίτιμο βάση απόστασης VS αντίτιμο δύο μερών (two-part tariff).

Σκοπός της τιμολόγησης είναι να μεγιστοποιεί την κοινωνική ευημερία παρέχοντας προϊόντα ή υπηρεσίες. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι τιμολόγησης που συμπεριλαμβάνουν τις οικονομίες κλίμακας, τιμολόγηση μέσου κόστους, αντίτιμο δύο μερών κτλ.

Για να γίνει σωστή τιμολόγηση για λογαριασμό των αυτοκινητοδρόμων της Κορέας πρέπει να ακολουθηθούν ορισμένοι κανόνες όπως η ανάκτηση του κόστους επένδυσης και διαχείρισης, σταθεροί πόροι για μελλοντικές επενδύσεις, εμπόδια για τους χρήστες ή απροθυμία να πληρώσουν καθώς και ο παράγοντας ισότητα.

Τιμολόγηση βάση απόστασης

Η μέθοδος αυτή υπολογίζει το αντίτιμο ανάλογα με την απόσταση που έχει οδηγήσει ο χρήστης και το συνολικό ποσό ισούται με τα κόστη επένδυσης και διαχείρισης. Η μέθοδος έχει λογικές βάσεις και είναι απλή στην εφαρμογή. Από την άλλη όμως, δημιουργεί μεγαλύτερη επιβάρυνση στους χρήστες που διανύουν μεγάλες αποστάσεις και δημιουργεί κυκλοφοριακή συμφόρηση στους αυτοκινητόδρομους ευνοώντας τις μετακινήσεις μικρών αποστάσεων υποβαθμίζοντας κατά αυτό τον τρόπο τη λειτουργία των εθνικών αρτηριών.

Τιμολόγηση δύο μερών

Η μέθοδος αυτή μπορεί να ελέγξει τις μετακινήσεις μικρών αποστάσεων και συμβαδίζει με την τιμολόγηση βάση του οριακού κόστους χωρίς να χάνει τα πλεονεκτήματα της τιμολόγησης βάση απόστασης. Επίσης έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να ανακτήσει το κόστος της επένδυσης, ειδικά σε περιπτώσεις που το κόστος αυτό είναι τεράστιο. Για το λόγο αυτό η τιμολόγηση δύο μερών μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί στο σύστημα συλλογής των διοδίων.

Αποτελείται από ένα βασικό αντίτιμο και ένα μεταβλητό. Το βασικό χρεώνεται σε όλους τους χρήστες ανεξάρτητα από τη συχνότητα που χρησιμοποιούν τους δρόμους, ενώ το μεταβλητό υπολογίζεται σε αναλογία με το βαθμό που

χρησιμοποιούν τις οδούς (χιλιομετρικό). Όσον αφορά τα διάφορα κόστη το βασικό αντίτιμο αντικατοπτρίζει το σταθερό κόστος επένδυσης (κόστος κατασκευής) και το χιλιομετρικό αντιστοιχεί στο μεταβλητό κόστος (κόστος συντήρησης, γενικά έξοδα διοίκησης κτλ).

Περίοδος αποπληρωμής των διοδίων

Θα ήταν καλό να οριστεί η περίοδος χρέωσης των διοδίων στα 30 έτη, διάστημα ίσο με το χρόνο ανάκτησης του ποσού της επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη το ύψος του αντιτίμου και την επιβάρυνση των χρηστών. Η μέθοδος αυτή εγγυάται συνέχεια στη σωστή διαχείριση των διοδίων και αυτονομία στον καθορισμό αντικειμενικού αντιτίμου.

Ένα άλλο σοβαρό ζήτημα αποτελεί και η διαφοροποίηση του αντιτίμου ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει το όχημα καθώς υψηλότερο ποσό καλείται να πληρώσει ο οδηγός ενός φορτηγού από τον οδηγό ενός επιβατικού εξαιτίας της διαφορετικής φθοράς που προκαλεί το κάθε όχημα.

Στο σημείο αυτό θα εξετάσουμε μια εφαρμογή της μεθόδου τιμολόγησης δύο μερών σε αυτοκινητοδρόμους της Κορέας.

Το πρώτο πράγμα που προκύπτει από την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι το συνολικό κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εθνικών οδών πρόκειται να ανακτηθεί. Όσον αφορά την εξίσωση, το κόστος επένδυσης που σχετίζεται με αρτηρίες που είναι ήδη σε λειτουργία θα ληφθεί υπόψη στον προσδιορισμό του αντίτιμου. Επίσης όπως είναι αυτονόητο το σταθερό κόστος θα καλυφθεί από το βασικό αντίτιμο και το μεταβλητό από το χιλιομετρικό. Η περίοδος χρέωσης ορίζεται στα 30 χρόνια για τους λόγους που έχουμε ήδη εξηγήσει και ισχύει ακόμη και η διαφοροποίηση του αντιτίμου ανάλογα κατηγορία οχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Σχεδιασμός πληροφοριακού συστήματος διοδίων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις αναφορές που έχουμε κάνει σε κάποια υπάρχοντα συστήματα διοδίων στη συνέχεια θα αναλύσουμε τον σχεδιασμό της δικής μας πρότασης.

Το σύστημα θα ονομάζεται T-PASS, θα είναι ανοιχτού τύπου και θα χαρακτηρίζεται από το χαμηλό κόστος του και από την αυξανόμενη χρέωση στα κόμιστρα.

Ο βασικός στόχος του θα είναι να εξαλείψει σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό την αδικία που υπάρχει ανάμεσα στους χρήστες των αυτοκινητοδρόμων που πραγματοποιούν ταξίδια μικρών αποστάσεων. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται και οι κάτοικοι της περιοχής ή όσοι αναγκάζονται να περνούν από τον σταθμό για να πάνε στην δουλειά τους (στη συνέχεια θα τους ονομάζουμε μικρούς χρήστες). Οι χρήστες αυτοί είναι αναγκασμένοι να πληρώνουν το ίδιο κόμιστρο με κάποιους που κάνουν ένα μεγάλο ταξίδι και χρησιμοποιούν τον αυτοκινητόδρομο για πολλά χιλιόμετρα (μεγάλοι χρήστες). Για το λόγο αυτό χρίζεται η ανάγκη μιας διαφοροποίησης στην καταβολή των κομίστρων.

Σημείωση: Αναφερόμαστε στο συγκεκριμένο κομμάτι που καλύπτεται από τον σταθμό διοδίων μιας και είναι προφανές πως ο χρήστης του αυτοκινητόδρομου που πραγματοποιεί ένα μεγάλο ταξίδι συνολικά θα πληρώσει μεγαλύτερο ποσό μιας και θα περάσει από περισσότερους του ενός σταθμούς διοδίων.

Το T-PASS ευνοεί χώρες που έχουν πολλούς και μεγάλους αυτοκινητόδρομους αλλά και εκείνες τις χώρες με συγκριτικά λίγα χιλιόμετρα αυτοκινητόδρομων, όπως η Ελλάδα, που στην ουσία διαθέτει τρία Εθνικά οδικά δίκτυα, (Αθήνα – Πάτρα, Αθήνα – Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη – Αλεξανδρούπολη).

3.1.1 T-PASS: Ανάλυση απαιτήσεων

Το σύστημα θα χρησιμοποιεί απλές και δοκιμασμένες λύσεις σε εξοπλισμό που έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς και σε άλλα παρόμοια συστήματα.

Ο κάθε χρήστης θα εγγράφεται στο σύστημα και θα αποκτά έναν μοναδικό λογαριασμό από τον οποίο θα αφαιρούνται τα κόμιστρα κατά την διέλευσή του από τους σταθμούς χωρίς να χρειάζεται να σταματήσει. Οι εγγραφές θα γίνονται από τους υπαλλήλους στα γραφεία του T-PASS με τη χρήση μιας φόρμας σε περιβάλλον Access και θα καταχωρούνται στις βάσεις δεδομένων του συστήματος. Επίσης θα έχουν την δυνατότητα εύρεσης και ελέγχου των λογαριασμών για την εκτύπωση αναλυτικού λογαριασμού των ταξιδιών και των χρεώσεων κατόπιν αιτήματος του πελάτη. Η ανανέωση του υπολοίπου των λογαριασμών θα γίνεται επίσης από τους υπαλλήλους στα γραφεία του T-PASS. Τέλος θα παρέχουν τηλεφωνική κάλυψη στους χρήστες για οποιαδήποτε πληροφορία ή απορία που μπορεί να έχουν και αφορά την λειτουργία του συστήματος και τις χρεώσεις, καθώς και για την ενημέρωσή τους για το ακριβές υπόλοιπο του λογαριασμού τους αναφέροντας το ονοματεπώνυμο τους και το ID του λογαριασμού τους.

Ακόμη, οι νέοι χρήστες του T-PASS θα εφοδιάζονται με μια συσκευή που θα τοποθετείται μόνιμα στο όχημά τους και η οποία

θα έχει το ρόλο του πομπού. Η συσκευή (πομπός) θα περιλαμβάνει πληροφορίες όπως για παράδειγμα το ID του οχήματος. Ειδικές κεραίες – δέκτες που θα είναι εγκατεστημένες στις μη επανδρωμένες λωρίδες των σταθμών διόδων θα λαμβάνουν το σήμα από το όχημα και θα χρεώνουν τον εκάστοτε λογαριασμό του χρήστη με το αντίστοιχο κόμιστρο. Κάθε φορά που θα γίνεται μια επιτυχημένη χρέωση στο λογαριασμό του χρήστη από τη συσκευή θα ακούγεται ένα ηχητικό σήμα επιβεβαίωσης που θα ενημερώνει τον οδηγό ότι η χρέωση έγινε χωρίς προβλήματα. Εάν για οποιοδήποτε λόγο η χρέωση δεν είναι επιτυχής από τη συσκευή θα ακούγεται ένα συνεχόμενο ηχητικό σήμα που θα τον ενημερώνει ότι η συναλλαγή διακόπηκε και θα πρέπει να επικοινωνήσει με τα γραφεία του T-PASS.

Σε όλες τις λωρίδες θα είναι εγκατεστημένο κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης το οποίο εκτός από τους προφανείς λόγους ασφαλείας θα χρησιμοποιείται και για την αναγνώριση των παραβατών αλλά και για τον έλεγχο των οχημάτων που χρησιμοποιούν το T-PASS ούτως ώστε να γίνεται η επαλήθευση μέσω των πινακίδων του οχήματος ότι ο εκάστοτε πομπός ανήκει στο συγκεκριμένο όχημα.

Ο λογαριασμός από τον οποίο θα γίνεται η χρέωση κάθε φορά που το όχημα θα περνά από έναν σταθμό θα ανοίγεται την στιγμή που γίνεται η έγγραφη του νέου χρήστη, μαζί με την παραλαβή του πομπού και δεν θα έχει καμία σχέση με τους

τραπεζικούς λογαριασμούς του χρήστη. Έτσι εξασφαλίζεται η διαφάνεια και ελαχιστοποιείται η διστακτικότητα όσων φοβούνται να χρησιμοποιούν τον τραπεζικό τους λογαριασμό για ηλεκτρονικές συναλλαγές. Παράλληλα κάθε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα θα αποστέλλεται στον χρήστη αναλυτικός λογαριασμός με τα ποσά που έχει χρεωθεί ο λογαριασμός του καθώς και με τις ημερομηνίες και τα ταξίδια που έχει πραγματοποιήσει. Το σύστημα διαχείρισης του T-PASS θα καταχωρεί αυτόματα την ημερομηνία, την ώρα και τον σταθμό από τον οποίο περνά κάποιος χρήστης καθώς και το κόμιστρο που πλήρωσε. Ταυτόχρονα θα χρεώνει και τον συνδεδεμένο λογαριασμό με το αντίστοιχο κόμιστρο.

Τέλος θα υπάρχουν και λωρίδες από τις οποίες θα διέρχονται οι οδηγοί που δεν είναι χρήστες του T-PASS. Οι συγκεκριμένοι θα είναι υποχρεωμένοι να σταματούν και να πληρώνουν με τον παραδοσιακό τρόπο στους υπαλλήλους που θα βρίσκονται στους θαλάμους των διοδίων ένα σταθερό αντίτιμο με βάση τον τύπο του οχήματος. Οι υπάλληλοι αυτοί κάθε φορά που ένας οδηγός σταματά για να πληρώσει θα καταχωρούν στις βάσεις δεδομένων του T-PASS, μέσω μιας φόρμας τον τύπο του οχήματος με βάση του οποίου πληρώθηκαν και το αντίστοιχο αντίτιμο. Το σύστημα αυτόματα μαζί με τον τύπο του οχήματος θα αποθηκεύει την ημερομηνία και την ώρα που έγινε η συναλλαγή.

Τις επανδρωμένες λωρίδες θα μπορούν να επισκέπτονται και οι χρήστες του T-PASS στην περίπτωση που θέλουν να ανανεώσουν το υπόλοιπο του λογαριασμού τους χρησιμοποιώντας το μοναδικό ID του οχήματος. Η υπηρεσία αυτή θα προσφέρεται από τους υπαλλήλους των λωρίδων μόνο μερικές ώρες την ημέρα και όχι σε ώρες αιχμής. Αυτό θα γίνεται για να αποφευχθεί η καθυστέρηση που θα προκαλείται στις λωρίδες από τους χρήστες του T-PASS που θα θέλουν να ενημερωθούν ή να ανανεώσουν το υπόλοιπο του λογαριασμού τους. Η πλήρης παροχή της υπηρεσίας αυτή θα είναι διαθέσιμη από τους υπαλλήλους που βρίσκονται στα γραφεία του T-PASS όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω.

Τα δεδομένα του συστήματος θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους Manager του T-PASS για τον έλεγχο των εσόδων από τους χρήστες και μη χρήστες του συστήματος καθώς και για την εξαγωγή στατιστικών στοιχείων και συμπερασμάτων για διάφορα θέματα που αφορούν και τις δύο ομάδες. Επίσης θα μπορούν να ελέγχουν στατιστικά στοιχεία κάποιου συγκεκριμένου σταθμού. Τέλος οι Managers θα έχουν την δυνατότητα να εισάγουν έναν νέο υπάλληλο, να τροποποιήσουν τα δεδομένα ενός υπάρχοντος υπαλλήλου ή να καταργήσουν το προφίλ κάποιου υπαλλήλου.

Αυτός είναι ο βασικός κορμός πάνω στον οποίο θα χτιστεί το T-PASS. Μέχρι τώρα παρατηρούμε ότι δεν παρουσιάζει καμία ιδιαιτερότητα σε σχέση με άλλα παρόμοια συστήματα χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι αποτελεσματικό. Ο λόγος είναι απλός. Σκοπός μας είναι η δημιουργία ενός απλού και προσιτού συστήματος με χαμηλό κόστος που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χώρες και αυτοκινητόδρομους που ίσως άλλα πιο περίπλοκα και τεχνολογικά ανώτερα συστήματα να κρίνονταν ακατάλληλα και πολύ ακριβά. Έτσι η διαφορά του T-PASS δεν εντοπίζεται σε κάποια νέα τεχνολογία που χρησιμοποιεί αλλά όπως θα δούμε στη συνέχεια στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η τιμολόγηση του κομίστρου που καλείτε να πληρώσει ο κάθε χρήστης του αυτοκινητόδρομου.



Αυξανόμενο κόμιστρο

Όπως έχουμε αναφέρει και νωρίτερα το T-PASS θα χρησιμοποιείται για την επίτευξη του μεταβλητού κομίστρου για κάθε χρήστη. Στην ουσία πρόκειται για ένα 'εξατομικευμένο κόμιστρο' που θα υπολογίζεται από τα χιλιόμετρα που έχει χρησιμοποιήσει ο οδηγός τον αυτοκινητόδρομο και τον τύπο του οχήματος του.

Θα πρέπει να αναφέρουμε πως είναι πρακτικά αδύνατον να εξαλειφθούν πλήρως οι αδικίες και οι ανομοιότητες στην καταβολή των κομίστρων σε κάποιον αυτοκινητόδρομο. Αυτό που προσπαθεί να επιτύχει το T-PASS είναι να εξαλείψει αυτό το φαινόμενο όσο το δυνατόν περισσότερο και οι όποιες αναλογικές ανομοιότητες στις τιμές να επιβαρύνουν τουλάχιστον αυτούς τους χρήστες που πραγματικά χρησιμοποιούν τον αυτοκινητόδρομο και όχι αυτούς που απλώς τυχαίνει ο σταθμός διοδίων να βρίσκεται στο δρόμο για την δουλεία τους η τον σπίτι τους.

Ο τρόπος με τον οποίο θα επιτυγχάνεται η '**εξατομικευμένη τιμολόγηση**' σε γενικές γραμμές είναι ο εξής:

Κάθε φορά που ένας χρήστης του T-PASS περνά από έναν σταθμό διοδίων το κόμιστρο που καλείται να πληρώνει θα αυξάνεται σταδιακά όσο συνεχίζει να περνά από όλο και περισσότερους σταθμούς μέχρι να φτάσει σε ένα προκαθορισμένο

ανώτατο όριο το οποίο θα παραμένει σταθερό από εκεί και πέρα ανεξαρτήτως τους σταθμούς που ακολουθούν. Επίσης, το κόμιστρο θα λαμβάνει υπόψη και τον τύπο του οχήματος.

Στη συνέχεια παραθέτουμε κάποιες απλές και λογικές ερωτήσεις που αφορούν τη λειτουργία του T-PASS, οι οποίες θα μας βοηθήσουν να έχουμε μια πλήρη εικόνα των χαρακτηριστικών του και των ιδιοτήτων του.

➤ Πως θα είναι εφικτή η αυξανόμενη τιμολόγηση του κάθε οχήματος όταν θα περνά από έναν σταθμό;

Κάθε φορά που ένα όχημα θα περνά από μια λωρίδα T-PASS το σύστημα θα ελέγχει το συγκεκριμένο όχημα αν έχει περάσει και από τον προηγούμενο σταθμό. Εάν δεν έχει περάσει καταγράφει στη βάση δεδομένων το μοναδικό ID του πομπού, την ώρα και την ημερομηνία της διέλευσης και χρεώνει τον αντίστοιχο λογαριασμό του χρήστη με την πρώτη βαθμίδα χρέωσης θεωρώντας ότι το όχημα ξεκινά ένα καινούργιο ταξίδι. Εάν το σύστημα ανιχνεύσει ότι το συγκεκριμένο όχημα έχει περάσει και από τον αμέσως προηγούμενο σταθμό διοδίων, μέσω του ID, θεωρεί ότι το όχημα βρίσκεται στη διάρκεια κάποιου ταξιδιού, ελέγχει την ώρα και ημερομηνία διέλευσης καθώς και ποια βαθμίδα χρέωσης πλήρωσε εκεί και χρεώνει τον λογαριασμό με την αμέσως επόμενη.

➤ Με ποια κριτήρια το σύστημα θα θεωρεί ότι το όχημα βρίσκεται κατά την διάρκεια ενός ταξιδιού και όχι στην αρχή ενός νέου;

Θα υπάρχει ένα προκαθορισμένο χρονικό περιθώριο για τη διέλευση από δύο διαδοχικούς σταθμούς. Έτσι αν μέσα στο διάστημα αυτό το όχημα περάσει από τον επόμενο σταθμό το σύστημα θεωρεί ότι βρίσκεται στη μέση κάποιου ταξιδιού και χρεώνει το όχημα με τη βαθμίδα κομιστρού που του αντιστοιχεί. Το χρονικό αυτό περιθώριο θα υπολογίζεται με βάση τον τύπο του οχήματος και την απόσταση που χωρίζει τους δύο σταθμούς διοδίων, συν κάποιο περιθώριο ανοχής. Εάν το όχημα περάσει από τον επόμενο σταθμό μετά την λήξη του χρονικού περιθωρίου το σύστημα θεωρεί ότι το όχημα ξεκινά νέο ταξίδι και χρεώνεται ο λογαριασμός του χρήστη με την πρώτη βαθμίδα. Η χρήση του χρονικού περιθωρίου γίνεται για τον προφανή λόγο της λανθασμένης κρίσης του συστήματος ότι ένα όχημα βρίσκεται στη μέση κάποιου ταξιδιού, συνεπώς και την λανθασμένη χρέωση του λογαριασμού, στην περίπτωση που το όχημα αυτό έχει περάσει από τον προηγούμενο σταθμό διοδίων παραδείγματος χάριν πριν από 2 ημέρες.

➤ Οι έλεγχοι αυτοί που θα έχουν την μορφή αναζήτησης στις βάσεις δεδομένων δεν θα έχουν την ανάγκη μεγάλης υπολογιστικής ισχύς, ειδικά όταν το σύστημα αποκτήσει πολλούς χρήστες, γεγονός που συνεπάγεται μεγαλύτερο κόστος;

Η απάντηση είναι όχι γιατί η αναζήτηση θα γίνεται μόνο στη βάση δεδομένων του προηγούμενου σταθμού και όχι στο σύνολο όλων των σταθμών. Επιπροσθέτως θα αποκλείονται από την αναζήτηση τα δεδομένα προς έλεγχο ενός σταθμού από τον επόμενο στην περίπτωση που έχει ξεπεραστεί το 'προκαθορισμένο χρονικό όριο διέλευσης'. Έτσι περιορίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό ο όγκος των δεδομένων προς αναζήτηση κάτι που μπορεί να φέρει σε πέρας ένα σύστημα με μέτρια ή και μικρή υπολογιστική ισχύ και συνεπώς πολύ οικονομικό. Η μόνη περίπτωση που θα είναι απαραίτητη η μεγάλη υπολογιστική ισχύς είναι στη περίπτωση που οι εκάστοτε Managers θα πρέπει να έχουν πρόσβαση σε όλους τους σταθμούς και σε όλα τα δεδομένα. Πάλι όμως ο αριθμός τους θα είναι πολύ μικρός σε σχέση με των υπαλλήλων, οπότε το κόστος σε κάθε περίπτωση δεν θα αυξηθεί δραματικά.

➤ Τι γίνεται στην περίπτωση που το υπόλοιπο του λογαριασμού του χρήστη είναι μηδενικό ή δεν επαρκεί για την πληρωμή του ταξιδιού που πραγματοποιεί;

Στις περιπτώσεις που το υπόλοιπο δεν επαρκεί για την πληρωμή των κομίστρων, ο λογαριασμός θα χρεώνεται κανονικά και θα ενημερώνεται ο χρήστης ότι έχει οικονομικές εκκρεμότητες στο T-PASS. Την επόμενη φορά που θα καταθέσει χρήματα στον λογαριασμό το ποσό που οφείλει θα αφαιρείται αυτόματα. Σε κάθε περίπτωση πάντως όταν το πόσο του λογαριασμού πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο ο χρήστης θα ενημερώνεται μέσω του επόμενου αναλυτικού λογαριασμού που θα του αποστέλλεται.

➤ **Τι προβλέπεται για όσα οχήματα δεν χρησιμοποιούν το T-PASS;**

Εκτός από τις λωρίδες που θα χρησιμοποιούνται από τα οχήματα που θα είναι εφοδιασμένα με την συσκευή/ πομπό του T-PASS και θα είναι μη επανδρωμένες θα υπάρχουν και λωρίδες με τους κλασικούς θαλάμους όπου οι οδηγοί θα είναι υποχρεωμένοι να σταματάνε και να πληρώνουν το κόμιστρο.

➤ **Ποιο θα είναι το κόμιστρο που θα κληθούν να πληρώσουν όσοι δεν χρησιμοποιούν το T-PASS;**

Το κόμιστρο προφανώς θα είναι σταθερό μιας και δεν θα υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού του 'εξατομικευμένου κομίστρου'. Το ύψος του θα καθορίζεται βάση φυσικά της φορολογίας, και την οικονομική κατάσταση των πολιτών. Το θέμα είναι όμως το ύψος του κομίστρου να είναι τέτοιο ώστε να οδηγήσει

τους οδηγούς να γίνουν χρήστες του T-PASS καθιστώντας το σε κάθε περίπτωση την πιο συμφέρουσα λύση για αυτούς. Αυτό σε καμία περίπτωση δεν συνεπάγεται ένα πολύ υψηλό σταθερό κόμιστρο, αλλά μια πολύ καλή ισορροπία σεβόμενοι και όσους δεν επιθυμούν την χρήση νέων τεχνολογιών ή έχουν ενστάσεις που αφορούν τα προσωπικά δεδομένα του καθενός.

➤ **Τι προβλέπεται στην περίπτωση κατά την οποία ο ίδιος χρήστης έχει στην κατοχή του περισσότερα του ενός οχήματα;**

Εάν ο χρήστης επιθυμεί να συμπεριλάβει στο T-PASS περισσότερα του ενός οχήματα που βρίσκονται στην κατοχή του, μπορεί στον ίδιο λογαριασμό να δηλώσει όσα οχήματα αυτός επιθυμεί. Φυσικά θα προμηθευτεί και τους ανάλογους πομπούς για τα οχήματα, το καθένα από τα οποία θα έχει το δικό του μοναδικό ID. Όλα όμως τα ID θα οδηγούν στον ίδιο λογαριασμό από τον οποίο και θα γίνεται η χρέωση. Είναι προφανές ότι και το ελάχιστο χρηματικό όριο του λογαριασμού θα είναι ανάλογο του αριθμού και του τύπου των οχημάτων που είναι συνδεδεμένα σε αυτόν.

Σημείωση: Το ύψος και οι βαθμίδες των κομίστρων, τα χρονικά περιθώρια, οι τύποι των οχημάτων είναι μεταβλητές που θα υπολογίζονται και θα ρυθμίζονται από τον φορέα που έχει την ευθύνη της διαχείρισης του αυτοκινητόδρομου βάση των απαιτήσεων του καθώς και των αναγκών και των μοναδικών χαρακτηριστικών της κάθε περιοχής και των κατοίκων της.

Παράδειγμα:

Ακολουθεί ένα υποθετικό σενάριο στο οποίο γίνεται χρήση του T-PASS με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του.

Σημείωση: Οι τιμές σε ευρώ και τα χρονικά περιθώρια που χρησιμοποιούνται είναι υποθετικά χάριν του παραδείγματος.

Έστω ότι στους αυτοκινητόδρομους μιας χώρας χρησιμοποιείται το T-PASS. Ο υπεύθυνος φορέας για τον έλεγχο και την λειτουργία των αυτοκινητοδρόμων και σύμφωνα με τα ειδικά χαρακτηριστικά της χώρας (οικονομία, ευημερία πολιτών, έκταση κλπ), τα έξοδα συντήρησης του συστήματος και των αυτοκινητόδρομων, ορίζει τις τιμές των διοδίων και τους τύπους

οχημάτων. Θεωρούμε ότι το σύστημα θα διαθέτει 5 βαθμίδες κομίστρου και 4 τύπους οχημάτων.

Αναλυτικά οι τύποι είναι:

ΤΥΠΟΣ 1: Ι.Χ, ταξί και επαγγελματικά αυτοκίνητα.

ΤΥΠΟΣ 2: Μικρά φορτηγά.

ΤΥΠΟΣ 3: Μεγάλα φορτηγά.

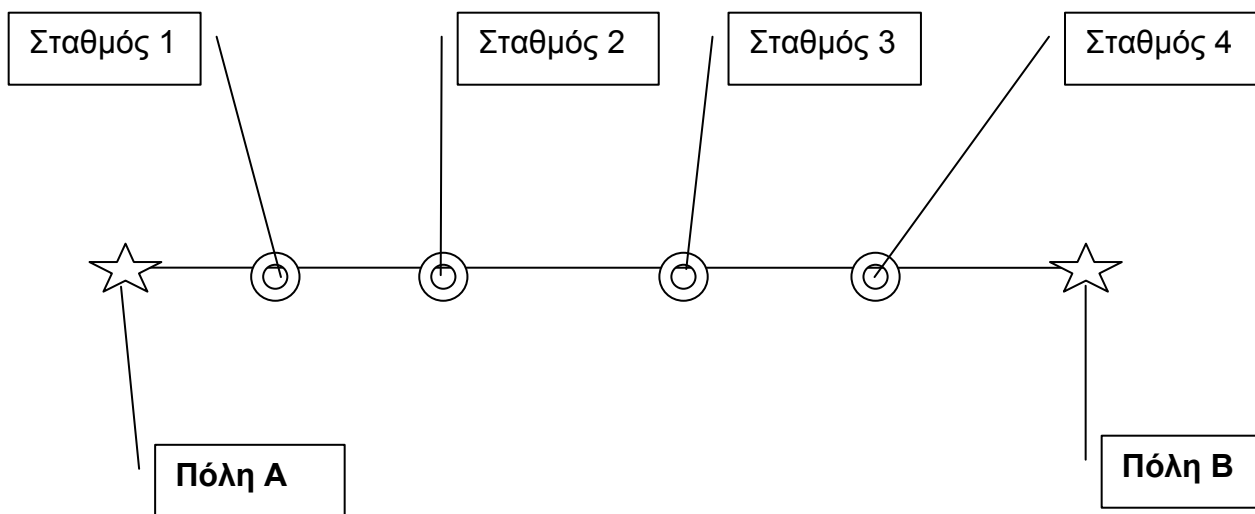
Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει συνοπτικά τα ποσά που θα καλείται να πληρώνει κάθε τύπος οχήματος σε κάθε βαθμίδα κομίστρου.

	ΒΑΘΜΙΔΑ	ΒΑΘΜΙΔΑ	ΒΑΘΜΙΔΑ	ΒΑΘΜΙΔΑ	ΒΑΘΜΙΔΑ
	1	2	3	4	5
ΤΥΠΟΣ 1	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
ΤΥΠΟΣ 2	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
ΤΥΠΟΣ3	4.50	5.00	5.50	6.00	7.00

Μετά από έρευνα που έγινε διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ταξίδι που είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί στους αυτοκινητόδρομους εμπεριέχει 7 διελεύσεις από σταθμούς διοδίων. Δηλαδή ο οδηγός ενός οχήματος τύπου 1 θα κληθεί να πληρώσει το μέγιστο 16 ευρώ. Εάν υποθέσουμε ότι η σταθερή τιμή του

κομίστρου πριν την χρήση του T-PASS ήταν 2 ευρώ, δηλαδή 14 ευρώ μέγιστο κόμιστρο για το ίδιο ταξίδι, παρατηρούμε ότι η αύξηση της τιμής του ταξιδιού είναι αμελητέα σε σχέση με τον κερδισμένο χρόνο, την ευκολία και την μείωση της κατανάλωσης που θα επιτύχει ο οδηγός. Παράλληλα συνυπολογίζεται και η δικαιότερη αντιμετώπιση όσων κάνουν ένα μικρό ταξίδι περνώντας μόνο από έναν σταθμό και πληρώνοντας 1 ευρώ αντί για 2.

Ας ακολουθήσουμε έναν οδηγό Ι.Χ οχήματος που είναι χρήστης του T-PASS και θέλει να ταξιδέψει από την πόλη Α στην πόλη Β μέσω του αυτοκινητόδρομου που τις ενώνει. Υποθέτουμε ότι κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου από την μια πόλη για την άλλη παρεμβάλλονται 4 σταθμούς διοδίων.



Κατά την σχεδίαση του T-PASS στον συγκεκριμένο αυτοκινητόδρομο υπολογίστηκαν τα χρονικά περιθώρια στα οποία το όχημα θα θεωρείται ότι πραγματοποιεί ένα ταξίδι, με αποτέλεσμα να χρεώνεται με την ανάλογη βαθμίδα κομιστρον. Οι χρόνοι αυτοί για του τύπου Α οχήματα είναι:

Κατεύθυνση	Χρόνος (ώρες)
Σταθμός 1 προς Σταθμό 2	1,34
Σταθμός 2 προς Σταθμό 3	0,55
Σταθμός 3 προς Σταθμό 4	2,24

Έστω ότι ένα όχημα ξεκινάει από την πόλη A και περνά από τον σταθμό 1. Το σύστημα θεωρεί ότι ξεκινά ένα νέο ταξίδι, μιας και από τον έλεγχο του ID στα δεδομένα του προηγούμενου Σταθμού n θα βρεθεί ότι δεν έχει περάσει από εκεί εντός του προκαθορισμένου χρόνου. Έτσι το κόμιστρο που θα πληρώσει ο οδηγός θα είναι 1 ευρώ. Εάν το όχημα αυτό διέλθει από τον σταθμό 2 το αργότερο μέσα σε 1 ώρα και 34 λεπτά το σύστημα θεωρεί ότι το όχημα συνεχίζει το ταξίδι του και τον χρεώνει με την δεύτερη βαθμίδα κομίστρου μιας και από την αναζήτηση στα δεδομένα του σταθμού 1 θα έχει αποθηκευτεί η ημερομηνία, η ώρα και η βαθμίδα κομίστρου που έχει πληρώσει το όχημα στο συγκεκριμένο σταθμό. Έτσι στο σταθμό 2 ο οδηγός θα κληθεί να πληρώσει 1,5 ευρώ. Η ίδια διαδικασία θα ακολουθείται για όλους τους σταθμούς μέχρι το όχημα να φτάσει στο προορισμό του.

Σημείωση: Τα χρονικά περιθώρια διέλευσης από έναν σταθμό διοδίων σε έναν άλλο, συγκριτικά με την απόσταση και τον τύπο του οχήματος θα είναι αρκετά μεγάλα ώστε να εξαλειφτεί η πιθανότητα εσκεμμένα κάποιοι οδηγοί να αργοπορούν ώστε να πληρώνουν το μικρότερο αντίτιμα σε κάθε σταθμό.

Περίληπτικά η διαδικασία χρέωσης ενός οχήματος σε ένα σταθμό διοδίων:

1. Ο πομπός που είναι εγκατεστημένος στο όχημα θα στέλνει στην κεραία που θα είναι εγκατεστημένη στην λωρίδα από την οποία διέρχεται το μοναδικό ID.
2. Με την βοήθεια του κλειστού κυκλώματος βίντεο θα γίνεται η ταυτοποίηση της πινακίδας του οχήματος με αυτήν που είναι καταχωρημένη στο account που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο ID.
3. Το σύστημα θα αναζητά στα δεδομένα του προηγούμενου σταθμού διοδίων εάν το συγκεκριμένο ID έχει χρησιμοποιηθεί στο προκαθορισμένο χρονικό όριο διέλευσης από τον ένα σταθμό διοδίων προς τον άλλο.
4. Εάν έχει χρησιμοποιηθεί, ελέγχει με ποια βαθμίδα κομίστρου έχει χρεωθεί ο λογαριασμός που είναι συνδεδεμένος με το ID του οχήματος και χρεώνει τον λογαριασμό με την αμέσως επόμενη βαθμίδα χρέωσης. Επίσης, αποθηκεύει στη βάση δεδομένων του σταθμού την ακριβή ημερομηνία, την ώρα και τη βαθμίδα χρέωσης που έχει πληρώσει το όχημα για να είναι δυνατή η αναζήτηση τους από τον επόμενο σταθμό σε περίπτωση που το όχημα περάσει από εκεί μέσα στο προκαθορισμένο χρονικό περιθώριο.

5. Εάν δεν έχει χρησιμοποιηθεί, το σύστημα θεωρεί ότι το όχημα ξεκινά ένα νέο ταξίδι και χρεώνει τον λογαριασμό με την πρώτη βαθμίδα χρέωσης. Και σε αυτήν την περίπτωση γίνεται η ίδια αποθήκευση δεδομένων για χρήση τους από τον επόμενο σταθμό.

Το πληροφοριακό μας σύστημα θα χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα σχεδιασμένο στην Access το οποίο στη συνέχεια πρόκειται να αναπτυχθεί με τη βοήθεια της UML. Η γραφική γλώσσα UML θα μας βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των απαιτήσεων του συστήματος και την υλοποίηση του σε περιβάλλον Access.

3.2 Λίγα λόγια για την UML (Unified Modeling Language)

Η UML είναι μια γενικού σκοπού γραφική γλώσσα οπτικής μοντελοποίησης η οποία χρησιμοποιείται για να καθορίζει, οπτικοποιεί, κατασκευάζει και να τεκμηριώνει τα κατασκευάσματα (*artifacts*) ενός συστήματος λογισμικού. Συλλαμβάνει αποφάσεις και αντιλήψεις για συστήματα που πρέπει να κατασκευαστούν. Ειδικότερα, η UML συλλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη στατική δομή και τη δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος. Ένα σύστημα σχεδιάζεται ως μια συλλογή από ξεχωριστά αντικείμενα τα οποία αλληλεπιδρούν για να διεκπεραιώσουν εργασίες που ωφελούν τους εξωτερικούς χρήστες. Η στατική δομή ορίζει τα είδη των αντικειμένων τα οποία είναι σημαντικά στην ανάπτυξη του συστήματος και συγκεκριμένα τις ιδιότητές τους, τις μεθόδους τους και τις μεταξύ τους σχέσεις (συσχετίσεις). Η δυναμική συμπεριφορά καθορίζεται από το σύνολο των τρόπων με τους οποίους ταυτόχρονα ενεργά αντικείμενα αλληλεπιδρούν πάνω στο χρόνο και πως αυτές οι αλληλεπιδράσεις επηρεάζουν την κατάσταση κάθε αντικειμένου.

Η UML είναι μια γλώσσα που χρησιμοποιείται

- ↪ στον καθορισμό (specifying)*
- ↪ στην εικονική παράσταση (visualizing)*
- ↪ στην τεκμηρίωση (documenting)*

Η UML είναι μια γλώσσα μοντελοποίησης (ένα σύνολο από διαγράμματα), δεν είναι μια γλώσσα προγραμματισμού. Υπάρχουν εργαλεία που παρέχουν τη δυνατότητα γέννησης κώδικα από τη UML σε ποικιλία από γλώσσες προγραμματισμού αλλά και τη δημιουργία μοντέλων από υπάρχοντα προγράμματα (π.χ. το Rational Rose). Η UML είναι μία γενικού σκοπού γλώσσα μοντελοποίησης, που δεν προορίζεται για μοντελοποίηση συνεχών συστημάτων όπως αυτών που συναντάμε στη φυσική ή στη μηχανική. Προορίζεται να είναι μια παγκόσμια γλώσσα μοντελοποίησης για συστήματα software, firmware ή ψηφιακής λογικής (digital logic). Η UML δεν είναι μια ολοκληρωμένη μέθοδος ανάπτυξης. Δεν περιλαμβάνει διαδικασία ανάπτυξης βήμα προς βήμα. Μια καλή διαδικασία ανάπτυξης είναι κρίσιμη για την επιτυχία μιας προσπάθειας ανάπτυξης λογισμικού.

Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι η UML και μια διαδικασία για χρησιμοποίηση της UML είναι δύο ξεχωριστά πράγματα. Η UML προορίζεται για να υποστηρίζει όλες, ή τουλάχιστον τις περισσότερες από τις υπάρχουσες διαδικασίες ανάπτυξης. Περιλαμβάνει όλες τις αρχές οι οποίες είναι απαραίτητες για να υποστηρίξουν μία σύγχρονη αφηγηματική διαδικασία βασισμένη στην κατασκευή μιας ισχυρής αρχιτεκτονικής για την επίλυση απαιτήσεων καθορισμένων από τους χρήστες.



3.2.1 Μια γρήγορη ματιά στη διαδικασία μοντελοποίησης αντικειμένων

Σε αυτήν την παράγραφο ακολουθεί μια βασική προεπισκόπηση της καθιερωμένης διαδικασίας μοντελοποίησης και στη συνέχεια αναλύεται λεπτομερειακά βήμα προς βήμα η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη μοντελοποίηση του **Συστήματος Διαχείρισης Διοδίων**.

- Αρχίζουμε γράφοντας την αφηγηματική δήλωση του προβλήματος (case study). Σκεφτόμαστε όλες τις πιθανές κατηγορίες χρηστών που θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα και τις διάφορες περιπτώσεις που θα το χρησιμοποιήσει ο καθένας, προκειμένου να βεβαιωθούμε ότι θα αποκαλύψουμε οποιεσδήποτε όχι και τόσο εμφανείς απαιτήσεις που μπορεί να έχουμε παραλείψει.

- Χειριζόμαστε την πλευρά των δεδομένων της εφαρμογής αναγνωρίζοντας τις διαφορετικές κλάσεις των αντικειμένων του «πραγματικού κόσμου» που σχετίζονται με την υπό ανάπτυξη εφαρμογή, και καθορίζουμε τον τρόπο με τον οποίο αυτές θα αλληλοσυσχετίζονται.

- Χειριζόμαστε τη λειτουργική πλευρά της εφαρμογής μελετώντας τον τρόπο με τον οποίο τα αντικείμενα πρέπει να συνεργάζονται προκειμένου να επιτύχουν την αποστολή του συστήματος, καθορίζοντας τι είδους συμπεριφορές / υποχρεώσεις θα χρειαστούν από κάθε κλάση.

- Τέλος δοκιμάζουμε το μοντέλο μας για να εξασφαλίσουμε ότι όντως πληρεί όλες τις αρχικές προϋποθέσεις.

3.2.2 Διαδικασία μοντελοποίησης

Ανάπτυξη αφηγηματικής δήλωσης του προβλήματος (case study)

Όταν ζητείται από ένα προγραμματιστή ή από ομάδα προγραμματιστών να αναπτύξουν κάποιο σύστημα, πρώτη τους δουλειά είναι να πάρουν συνέντευξη από τους πελάτες τους με σκοπό να μάθουν τι θέλουν από το σύστημα. Από τη συνέντευξη αυτή προκύπτει το case study ή αλλιώς προδιαγραφή απαιτήσεων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για το σύστημα ηλεκτρονικών διοδίων επειδή δεν αναπτύχθηκε για κάποιο πελάτη, το case study προέκυψε από τις δικές μας απαιτήσεις.

Τις απαιτήσεις αυτές έχουμε περιγράψει νωρίτερα όταν και αναπτύξαμε την δομή του T-PASS (σελ.). Στη συνέχεια βάση της δομής αυτής καθορίζουμε τις προδιαγραφές απαιτήσεων που θα πρέπει να πληρεί το πρόγραμμα που θα χρησιμοποιεί το T-PASS.

Προδιαγραφή απαιτήσεων για το σύστημα ηλεκτρονικών διοδίων

Για να καθορίσουμε ποια θα είναι η επιθυμητή λειτουργικότητα του συστήματος πρέπει να αναζητήσουμε απαντήσεις στα ακόλουθα ερωτήματα:

- «Ποιος θα χρησιμοποιεί το σύστημά μας;»
- «Τι υπηρεσίες πρέπει να παρέχει το σύστημα στους χρήστες ώστε να τους φανεί χρήσιμο;»
- «Όταν ένας χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα για ένα συγκεκριμένο σκοπό, ποια θα είναι η προσδοκία του για το επιθυμητό αποτέλεσμα;»

Οι περιπτώσεις χρήσης είναι ένας φυσικός τρόπος για να εκφράσουμε τις απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα. Κάθε περίπτωση χρήσης είναι μια απλή δήλωση, αφηγηματική και/ ή γραφική, η οποία περιγράφει ένα συγκεκριμένο στόχο ή αποτέλεσμα του συστήματος και από ποιον αναμένεται αυτό το αποτέλεσμα.

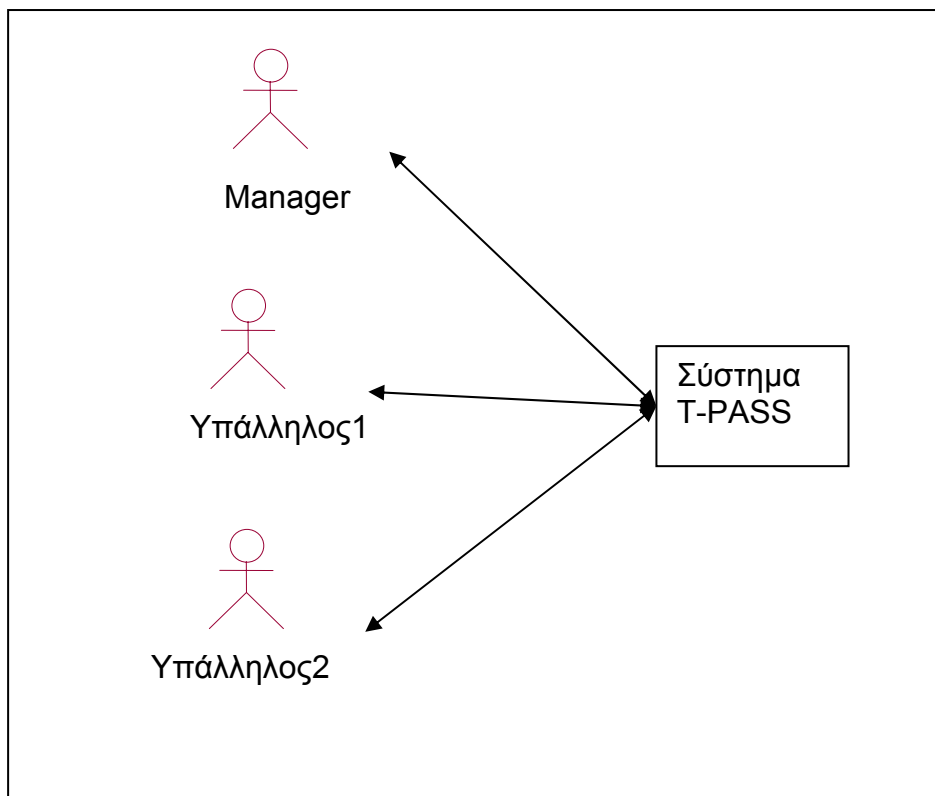
«Χαρακτήρες»

Το πρώτο βήμα είναι να απαντήσουμε στο πρώτο ερώτημα: «Ποιος θα χρησιμοποιεί το σύστημα;», δηλαδή καλούμαστε να εντοπίσουμε τους εξωτερικούς χρήστες, οι οποίοι είναι γνωστοί ως «χαρακτήρες» (actors). Οι χαρακτήρες αντιπροσωπεύουν οποιονδήποτε ή οτιδήποτε αλληλεπιδρά με το σύστημα μετά την υλοποίησή του. Συνήθως ανήκουν σε δύο ευρείς κατηγορίες: τους ανθρώπινους χρήστες και άλλα υπολογιστικά συστήματα. Η διάδραση γενικά έχει οριστεί να σημαίνει πως κάποιος χρήστης χρησιμοποιεί το σύστημα προκειμένου να επιτύχει κάποιο συγκεκριμένο στόχο, ο οποίος μπορεί να είναι η παροχή / τροφοδότηση του συστήματος με πληροφορίες (providing information) και /ή η απόσπαση / λήψη πληροφοριών από το σύστημα (consuming information). Επειδή το σύστημά μας δεν αλληλεπιδρά με κανένα άλλο σύστημα, οι μοναδικοί χαρακτήρες είναι άνθρωποι και συγκεκριμένα είναι:

Οι χρήστες του συστήματος μας θα είναι οι εξής:

- Managers
- Υπάλληλοι γραφείων (εν συντομία Υπάλληλος1)
- Υπάλληλοι θαλάμων (εν συντομία Υπάλληλος2)

Αφού αποφασίσουμε ποιοι θα είναι οι χαρακτήρες του συστήματος, μπορούμε εάν επιθυμούμε να τους σχεδιάσουμε. Η σημειογραφία της UML για την αναπαράσταση των χαρακτήρων που είναι ανθρώπινοι χρήστες έχει καθιερώσει τη χρήση των stick figures συνδεδεμένα με γραμμές με ένα ορθογώνιο, το οποίο αναπαριστά το σύστημα. Χαρακτήρες που είναι άλλα υπολογιστικά συστήματα αναπαρίστανται επίσης με ορθογώνια. Οι γραμμές που συνδέουν τους χαρακτήρες με το σύστημα έχουν στις άκρες τους βέλη, για να είναι εμφανής η κατευθυνόμενη ροή πληροφοριών, κάνοντας έτσι το διάγραμμα περισσότερο επικοινωνιακό.



Καθορισμός και ανάθεση των use cases σε χαρακτήρες

Μια use case αναπαριστά μια σειρά από συμβάντα αιτίας και αποτελέσματος, αρχίζοντας από την πρώτη επαφή ενός χρήστη με το σύστημα και τελειώνοντας με την επίτευξη του στόχου αυτού του χρήστη. Κάθε use case αρχικοποιείται πάντα από έναν χαρακτήρα.

Η σχέση μεταξύ χαρακτήρων και uses cases πιθανόν είναι «πολλά-προς-πολλά», αφού ο ίδιος χαρακτήρας μπορεί να ενεργοποιήσει διαφορετικές use cases, και μια use case μπορεί να σχετίζεται με πολλούς χαρακτήρες. Αντιστοιχίζοντας τους χαρακτήρες με τις περιπτώσεις χρήσης εξασφαλίζουμε ότι:

- Δεν έχουμε αναγνωρίσει έναν χαρακτήρα ο οποίος σε τελική ανάλυση δεν έχει καμία χρήση προς το σύστημα
- Αντιστρόφως, δεν έχουμε ορίσει μια use case για την οποία δεν ενδιαφέρεται κανείς

Οι user case του συστήματος του T-Pass, ανάλογα με τον χρήστη είναι οι παρακάτω:

Manager:

1. Εισαγωγή νέου υπαλλήλου
2. Κατάργηση υπαλλήλου
3. Τροποποίηση στοιχείων υπαλλήλου
4. Έλεγχος στατιστικών στοιχείων για τη διέλευση οχημάτων χρηστών του T-Pass και μη χρηστών από τους σταθμούς διοδίων
5. Έλεγχος χρηστών, λογαριασμών και οχημάτων

Υπάλληλος 1:

1. Εγγραφή νέου μέλους στο T-PASS
2. Διαγραφή μέλους από το T-PASS
3. Τροποποίηση στοιχείων μέλους
4. Εύρεση, εμφάνιση και εκτύπωση αναλυτικού λογαριασμού ταξιδιών και χρεώσεων των μελών του T-PASS
5. Ανανέωση του υπολοίπου στους λογαριασμούς των χρηστών του T-PASS
6. Εύρεση και εμφάνιση του ακριβές υπολοίπου του λογαριασμού των χρηστών του T-PASS.

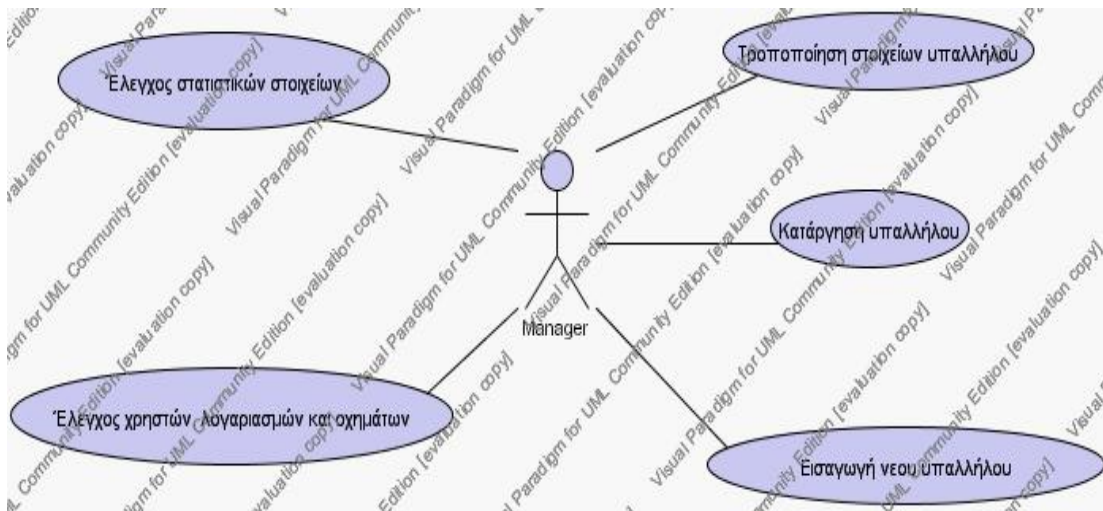
Υπάλληλος 2:

1. Καταχώριση τύπου οχήματος που περνά από έναν σταθμό και δεν χρησιμοποιεί το T-PASS στη βάση.

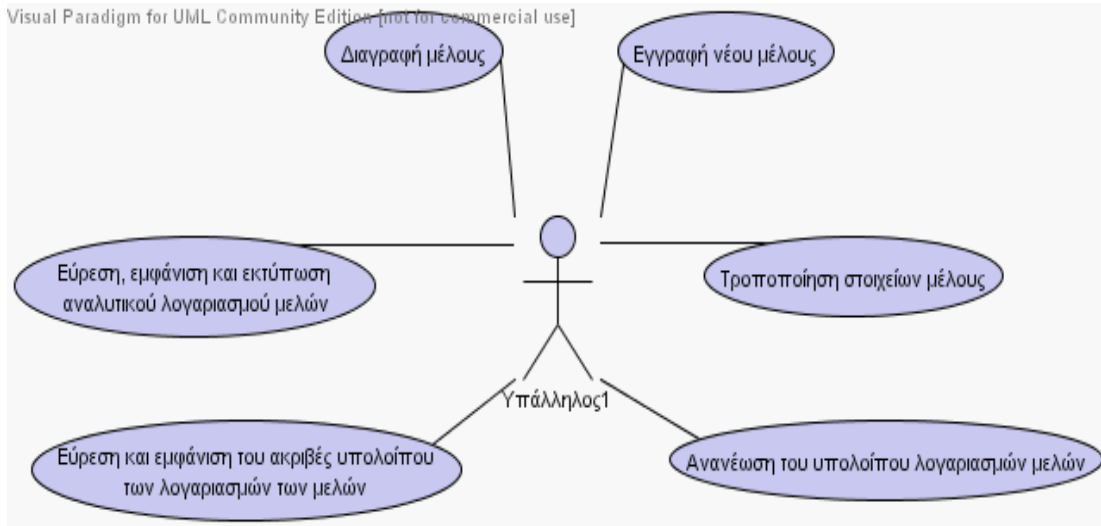
2. Ανανέωση του υπολοίπου στους λογαριασμούς των χρηστών του T-PASS για κάποιες συγκεκριμένες ώρες.

Δημιουργία των use case διαγραμμάτων

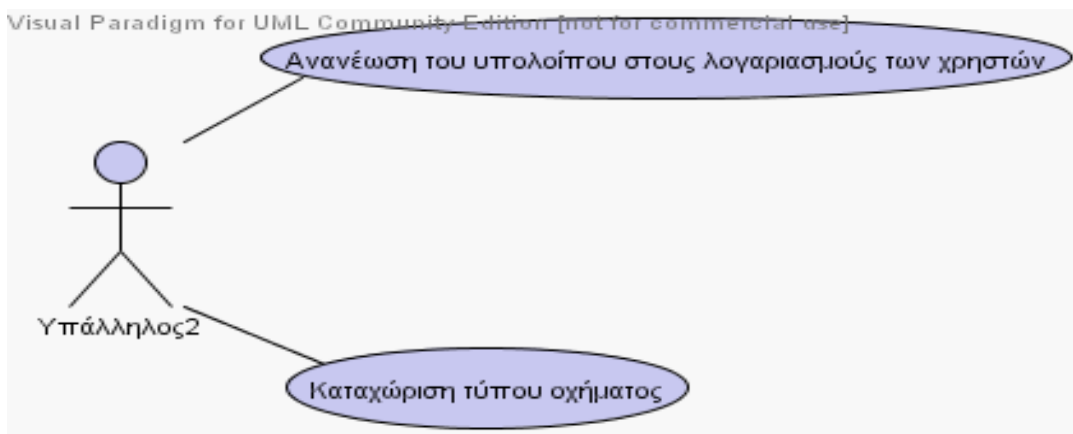
Στη συνέχεια έχοντας ως οδηγό τις παραπάνω use case, παρουσιάζουμε τη διαγραμματική τους περιγραφή δημιουργώντας τα use case diagrams. Τα διαγράμματα αυτά έγιναν με την βοήθεια του προγράμματος Visual paradigm for UML και είναι συνολικά τέσσερα: τρία για κάθε έναν χαρακτήρα και ένα τελικό το οποίο παρουσιάζει όλες τις use cases του συστήματος του T-PASS ενώνοντας τα τρία παραπάνω διαγράμματα.



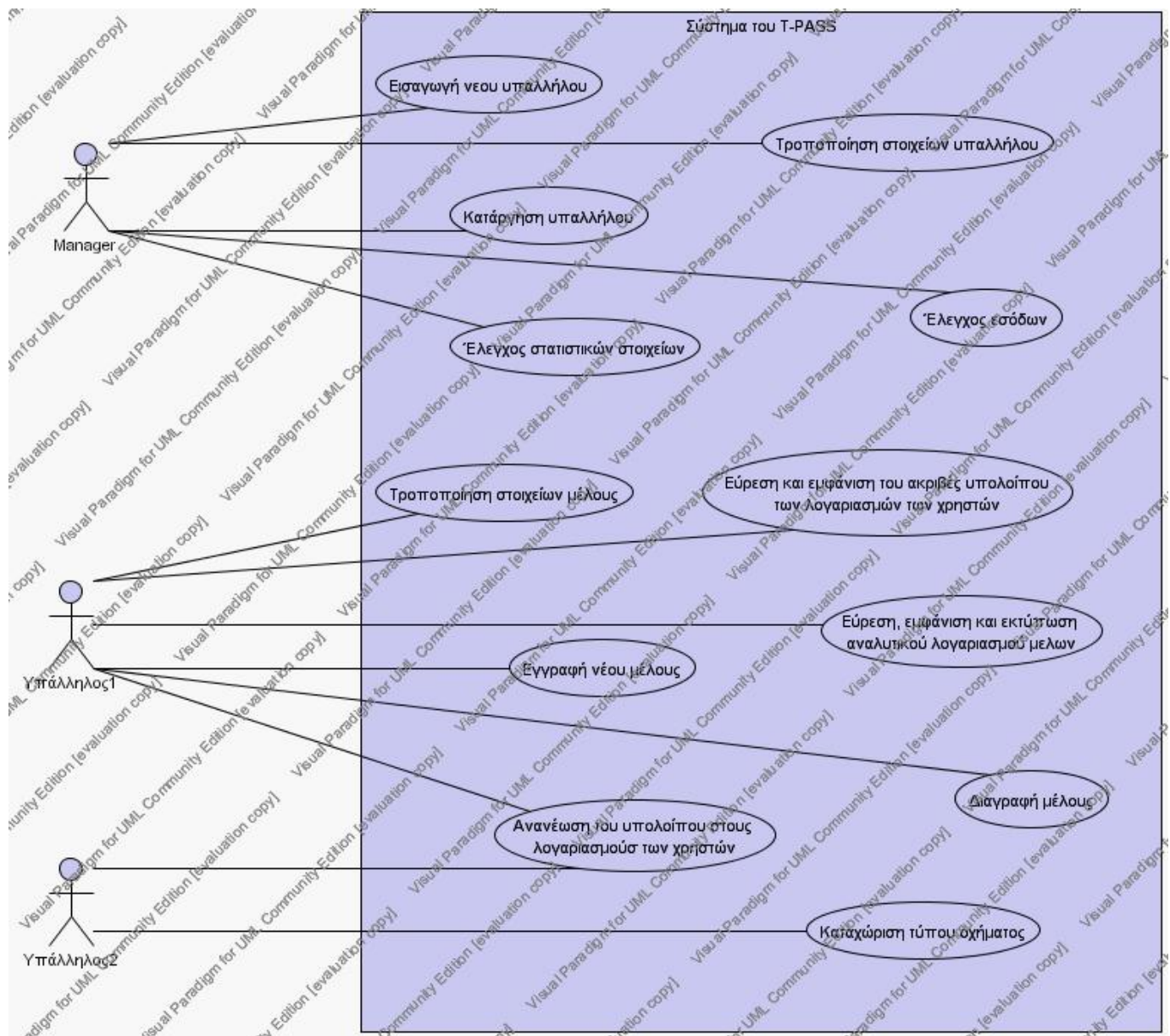
Use case διάγραμμα 1. Χαρακτήρας Manager.



Use case διάγραμμα 2. Χαρακτήρας Υπάλληλος 1.



Use case διάγραμμα 3. Χρήστης Υπάλληλος 2.



Use case διάγραμμα 4. Τελικό διάγραμμα με όλους τους χαρακτήρες.

3.2 Λίγα λόγια για την UML (Unified Modeling Language)

Η UML είναι μια γενικού σκοπού γραφική γλώσσα οπτικής μοντελοποίησης η οποία χρησιμοποιείται για να καθορίζει, οπτικοποιεί, κατασκευάζει και να τεκμηριώνει τα κατασκευάσματα (*artifacts*) ενός συστήματος λογισμικού. Συλλαμβάνει αποφάσεις και αντιλήψεις για συστήματα που πρέπει να κατασκευαστούν. Ειδικότερα, η UML συλλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη στατική δομή και τη δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος. Ένα σύστημα σχεδιάζεται ως μια συλλογή από ξεχωριστά αντικείμενα τα οποία αλληλεπιδρούν για να διεκπεραιώσουν εργασίες που ωφελούν τους εξωτερικούς χρήστες. Η στατική δομή ορίζει τα είδη των αντικειμένων τα οποία είναι σημαντικά στην ανάπτυξη του συστήματος και συγκεκριμένα τις ιδιότητές τους, τις μεθόδους τους και τις μεταξύ τους σχέσεις (συσχετίσεις). Η δυναμική συμπεριφορά καθορίζεται από το σύνολο των τρόπων με τους οποίους ταυτόχρονα ενεργά αντικείμενα αλληλεπιδρούν πάνω στο χρόνο και πως αυτές οι αλληλεπιδράσεις επηρεάζουν την κατάσταση κάθε αντικειμένου.

Η UML είναι μια γλώσσα που χρησιμοποιείται

- ↪ στον καθορισμό (specifying)*
- ↪ στην εικονική παράσταση (visualizing)*
- ↪ στην τεκμηρίωση (documenting)*

Η UML είναι μια γλώσσα μοντελοποίησης (ένα σύνολο από διαγράμματα), δεν είναι μια γλώσσα προγραμματισμού. Υπάρχουν εργαλεία που παρέχουν τη δυνατότητα γέννησης κώδικα από τη UML σε ποικιλία από γλώσσες προγραμματισμού αλλά και τη δημιουργία μοντέλων από υπάρχοντα προγράμματα (π.χ. το Rational Rose). Η UML είναι μία γενικού σκοπού γλώσσα μοντελοποίησης, που δεν προορίζεται για μοντελοποίηση συνεχών συστημάτων όπως αυτών που συναντάμε στη φυσική ή στη μηχανική. Προορίζεται να είναι μια παγκόσμια γλώσσα μοντελοποίησης για συστήματα software, firmware ή ψηφιακής λογικής (digital logic). Η UML δεν είναι μια ολοκληρωμένη μέθοδος ανάπτυξης. Δεν περιλαμβάνει διαδικασία ανάπτυξης βήμα προς βήμα. Μια καλή διαδικασία ανάπτυξης είναι κρίσιμη για την επιτυχία μιας προσπάθειας ανάπτυξης λογισμικού.

Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι η UML και μια διαδικασία για χρησιμοποίηση της UML είναι δύο ξεχωριστά πράγματα. Η UML προορίζεται για να υποστηρίζει όλες, ή τουλάχιστον τις περισσότερες από τις υπάρχουσες διαδικασίες ανάπτυξης. Περιλαμβάνει όλες τις αρχές οι οποίες είναι απαραίτητες για να υποστηρίξουν μία σύγχρονη αφηγηματική διαδικασία βασισμένη στην κατασκευή μιας ισχυρής αρχιτεκτονικής για την επίλυση απαιτήσεων καθορισμένων από τους χρήστες.



3.2.1 Μια γρήγορη ματιά στη διαδικασία μοντελοποίησης αντικειμένων

Σε αυτήν την παράγραφο ακολουθεί μια βασική προεπισκόπηση της καθιερωμένης διαδικασίας μοντελοποίησης και στη συνέχεια αναλύεται λεπτομερειακά βήμα προς βήμα η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη μοντελοποίηση του **Συστήματος Διαχείρισης Διοδίων**.

- Αρχίζουμε γράφοντας την αφηγηματική δήλωση του προβλήματος (case study). Σκεφτόμαστε όλες τις πιθανές κατηγορίες χρηστών που θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα και τις διάφορες περιπτώσεις που θα το χρησιμοποιήσει ο καθένας, προκειμένου να βεβαιωθούμε ότι θα αποκαλύψουμε οποιοσδήποτε όχι και τόσο εμφανείς απαιτήσεις που μπορεί να έχουμε παραλείψει.

- Χειριζόμαστε την πλευρά των δεδομένων της εφαρμογής αναγνωρίζοντας τις διαφορετικές κλάσεις των αντικειμένων του «πραγματικού κόσμου» που σχετίζονται με την υπό ανάπτυξη εφαρμογή, και καθορίζουμε τον τρόπο με τον οποίο αυτές θα αλληλοσυσχετίζονται.

- Χειριζόμαστε τη λειτουργική πλευρά της εφαρμογής μελετώντας τον τρόπο με τον οποίο τα αντικείμενα πρέπει να συνεργάζονται προκειμένου να επιτύχουν την αποστολή του συστήματος, καθορίζοντας τι είδους συμπεριφορές / υποχρεώσεις θα χρειαστούν από κάθε κλάση.

- Τέλος δοκιμάζουμε το μοντέλο μας για να εξασφαλίσουμε ότι όντως πληρεί όλες τις αρχικές προϋποθέσεις.

3.2.2 Διαδικασία μοντελοποίησης

Ανάπτυξη αφηγηματικής δήλωσης του προβλήματος (case study)

Όταν ζητείται από ένα προγραμματιστή ή από ομάδα προγραμματιστών να αναπτύξουν κάποιο σύστημα, πρώτη τους δουλειά είναι να πάρουν συνέντευξη από τους πελάτες τους με σκοπό να μάθουν τι θέλουν από το σύστημα. Από τη συνέντευξη αυτή προκύπτει το case study ή αλλιώς προδιαγραφή απαιτήσεων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για το σύστημα ηλεκτρονικών διοδίων επειδή δεν αναπτύχθηκε για κάποιο πελάτη, το case study προέκυψε από τις δικές μας απαιτήσεις.

Τις απαιτήσεις αυτές έχουμε περιγράψει νωρίτερα όταν και αναπτύξαμε την δομή του T-PASS (σελ.). Στη συνέχεια βάση της δομής αυτής καθορίζουμε τις προδιαγραφές απαιτήσεων που θα πρέπει να πληρεί το πρόγραμμα που θα χρησιμοποιεί το T-PASS.

Προδιαγραφή απαιτήσεων για το σύστημα ηλεκτρονικών διοδίων

Για να καθορίσουμε ποια θα είναι η επιθυμητή λειτουργικότητα του συστήματος πρέπει να αναζητήσουμε απαντήσεις στα ακόλουθα ερωτήματα:

- «Ποιος θα χρησιμοποιεί το σύστημά μας;»
- «Τι υπηρεσίες πρέπει να παρέχει το σύστημα στους χρήστες ώστε να τους φανεί χρήσιμο;»
- «Όταν ένας χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα για ένα συγκεκριμένο σκοπό, ποια θα είναι η προσδοκία του για το επιθυμητό αποτέλεσμα;»

Οι περιπτώσεις χρήσης είναι ένας φυσικός τρόπος για να εκφράσουμε τις απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα. Κάθε περίπτωση χρήσης είναι μια απλή δήλωση, αφηγηματική και/ ή γραφική, η οποία περιγράφει ένα συγκεκριμένο στόχο ή αποτέλεσμα του συστήματος και από ποιον αναμένεται αυτό το αποτέλεσμα.

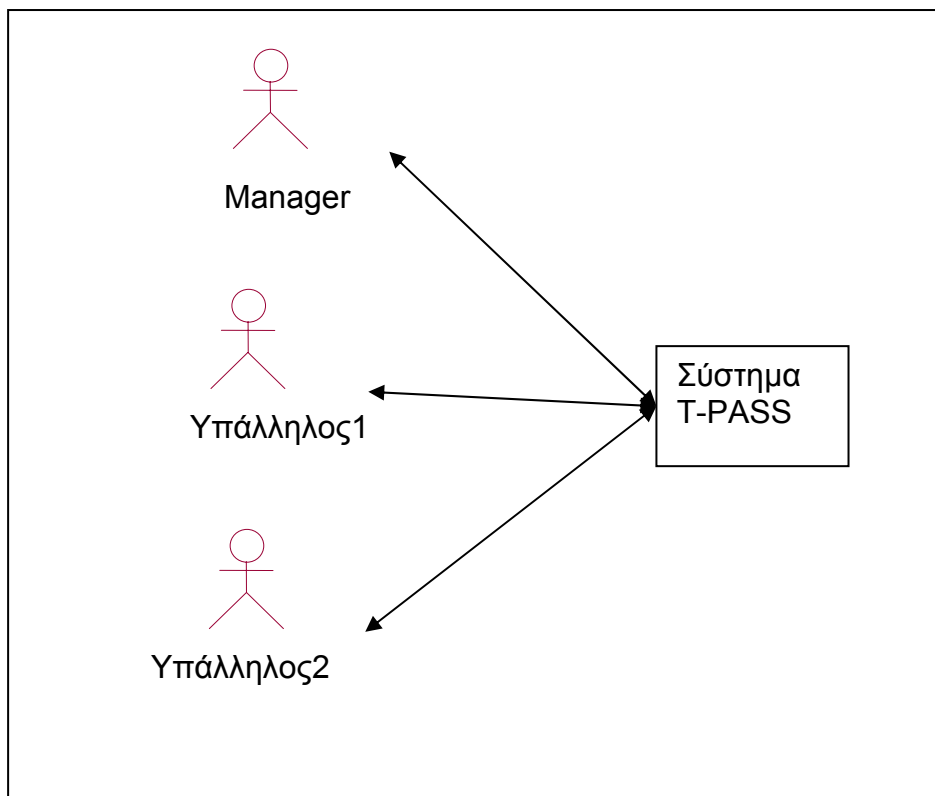
«Χαρακτήρες»

Το πρώτο βήμα είναι να απαντήσουμε στο πρώτο ερώτημα: «Ποιος θα χρησιμοποιεί το σύστημα;», δηλαδή καλούμαστε να εντοπίσουμε τους εξωτερικούς χρήστες, οι οποίοι είναι γνωστοί ως «χαρακτήρες» (actors). Οι χαρακτήρες αντιπροσωπεύουν οποιονδήποτε ή οτιδήποτε αλληλεπιδρά με το σύστημα μετά την υλοποίησή του. Συνήθως ανήκουν σε δύο ευρείς κατηγορίες: τους ανθρώπινους χρήστες και άλλα υπολογιστικά συστήματα. Η διάδραση γενικά έχει οριστεί να σημαίνει πως κάποιος χρήστης χρησιμοποιεί το σύστημα προκειμένου να επιτύχει κάποιο συγκεκριμένο στόχο, ο οποίος μπορεί να είναι η παροχή / τροφοδότηση του συστήματος με πληροφορίες (providing information) και /ή η απόσπαση / λήψη πληροφοριών από το σύστημα (consuming information). Επειδή το σύστημά μας δεν αλληλεπιδρά με κανένα άλλο σύστημα, οι μοναδικοί χαρακτήρες είναι άνθρωποι και συγκεκριμένα είναι:

Οι χρήστες του συστήματος μας θα είναι οι εξής:

- Managers
- Υπάλληλοι γραφείων (εν συντομία Υπάλληλος1)
- Υπάλληλοι θαλάμων (εν συντομία Υπάλληλος2)

Αφού αποφασίσουμε ποιοι θα είναι οι χαρακτήρες του συστήματος, μπορούμε εάν επιθυμούμε να τους σχεδιάσουμε. Η σημειογραφία της UML για την αναπαράσταση των χαρακτήρων που είναι ανθρώπινοι χρήστες έχει καθιερώσει τη χρήση των stick figures συνδεδεμένα με γραμμές με ένα ορθογώνιο, το οποίο αναπαριστά το σύστημα. Χαρακτήρες που είναι άλλα υπολογιστικά συστήματα αναπαρίστανται επίσης με ορθογώνια. Οι γραμμές που συνδέουν τους χαρακτήρες με το σύστημα έχουν στις άκρες τους βέλη, για να είναι εμφανής η κατευθυνόμενη ροή πληροφοριών, κάνοντας έτσι το διάγραμμα περισσότερο επικοινωνιακό.



Καθορισμός και ανάθεση των use cases σε χαρακτήρες

Μια use case αναπαριστά μια σειρά από συμβάντα αιτίας και αποτελέσματος, αρχίζοντας από την πρώτη επαφή ενός χρήστη με το σύστημα και τελειώνοντας με την επίτευξη του στόχου αυτού του χρήστη. Κάθε use case αρχικοποιείται πάντα από έναν χαρακτήρα.

Η σχέση μεταξύ χαρακτήρων και uses cases πιθανόν είναι «πολλά-προς-πολλά», αφού ο ίδιος χαρακτήρας μπορεί να ενεργοποιήσει διαφορετικές use cases, και μια use case μπορεί να σχετίζεται με πολλούς χαρακτήρες. Αντιστοιχίζοντας τους χαρακτήρες με τις περιπτώσεις χρήσης εξασφαλίζουμε ότι:

- Δεν έχουμε αναγνωρίσει έναν χαρακτήρα ο οποίος σε τελική ανάλυση δεν έχει καμία χρήση προς το σύστημα
- Αντιστρόφως, δεν έχουμε ορίσει μια use case για την οποία δεν ενδιαφέρεται κανείς

Οι user case του συστήματος του T-Pass, ανάλογα με τον χρήστη είναι οι παρακάτω:

Manager:

1. Εισαγωγή νέου υπαλλήλου
2. Κατάργηση υπαλλήλου
3. Τροποποίηση στοιχείων υπαλλήλου
4. Έλεγχος στατιστικών στοιχείων για τη διέλευση οχημάτων χρηστών του T-Pass και μη χρηστών από τους σταθμούς διοδίων
5. Έλεγχος χρηστών, λογαριασμών και οχημάτων

Υπάλληλος 1:

1. Εγγραφή νέου μέλους στο T-PASS
2. Διαγραφή μέλους από το T-PASS
3. Τροποποίηση στοιχείων μέλους
4. Εύρεση, εμφάνιση και εκτύπωση αναλυτικού λογαριασμού ταξιδιών και χρεώσεων των μελών του T-PASS
5. Ανανέωση του υπολοίπου στους λογαριασμούς των χρηστών του T-PASS
6. Εύρεση και εμφάνιση του ακριβές υπολοίπου του λογαριασμού των χρηστών του T-PASS.

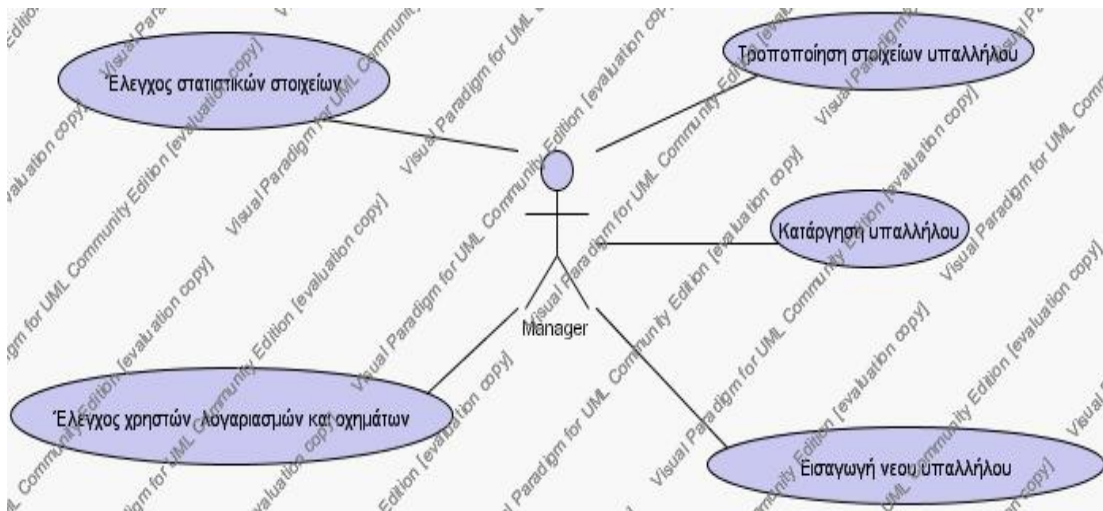
Υπάλληλος 2:

1. Καταχώριση τύπου οχήματος που περνά από έναν σταθμό και δεν χρησιμοποιεί το T-PASS στη βάση.

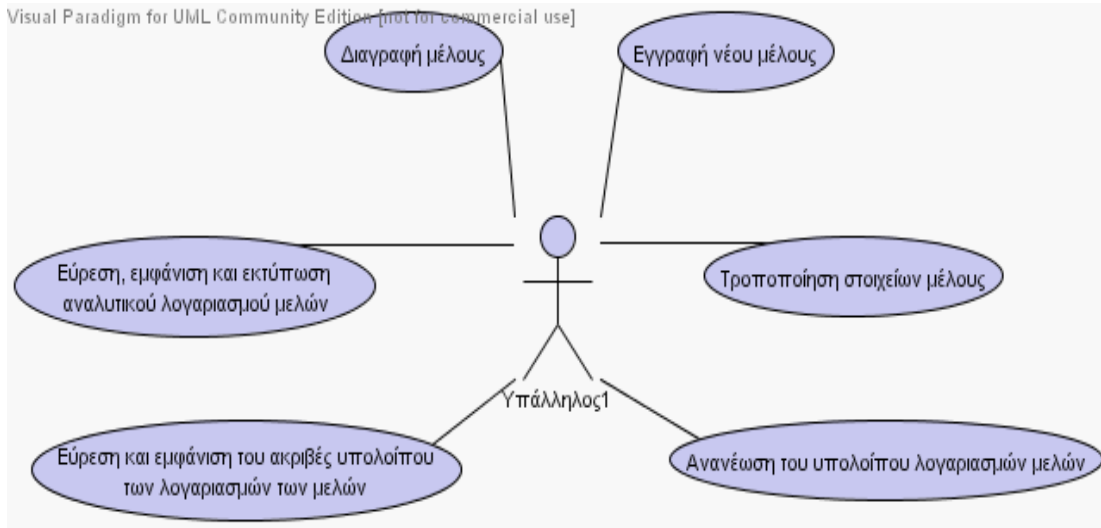
2. Ανανέωση του υπολοίπου στους λογαριασμούς των χρηστών του T-PASS για κάποιες συγκεκριμένες ώρες.

Δημιουργία των use case διαγραμμάτων

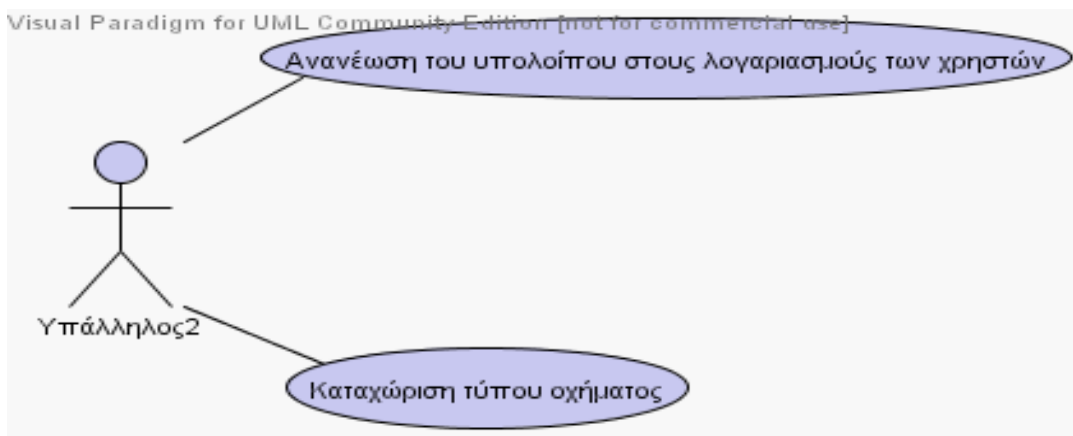
Στη συνέχεια έχοντας ως οδηγό τις παραπάνω use case, παρουσιάζουμε τη διαγραμματική τους περιγραφή δημιουργώντας τα use case diagrams. Τα διαγράμματα αυτά έγιναν με την βοήθεια του προγράμματος Visual paradigm for UML και είναι συνολικά τέσσερα: τρία για κάθε έναν χαρακτήρα και ένα τελικό το οποίο παρουσιάζει όλες τις use cases του συστήματος του T-PASS ενώνοντας τα τρία παραπάνω διαγράμματα.



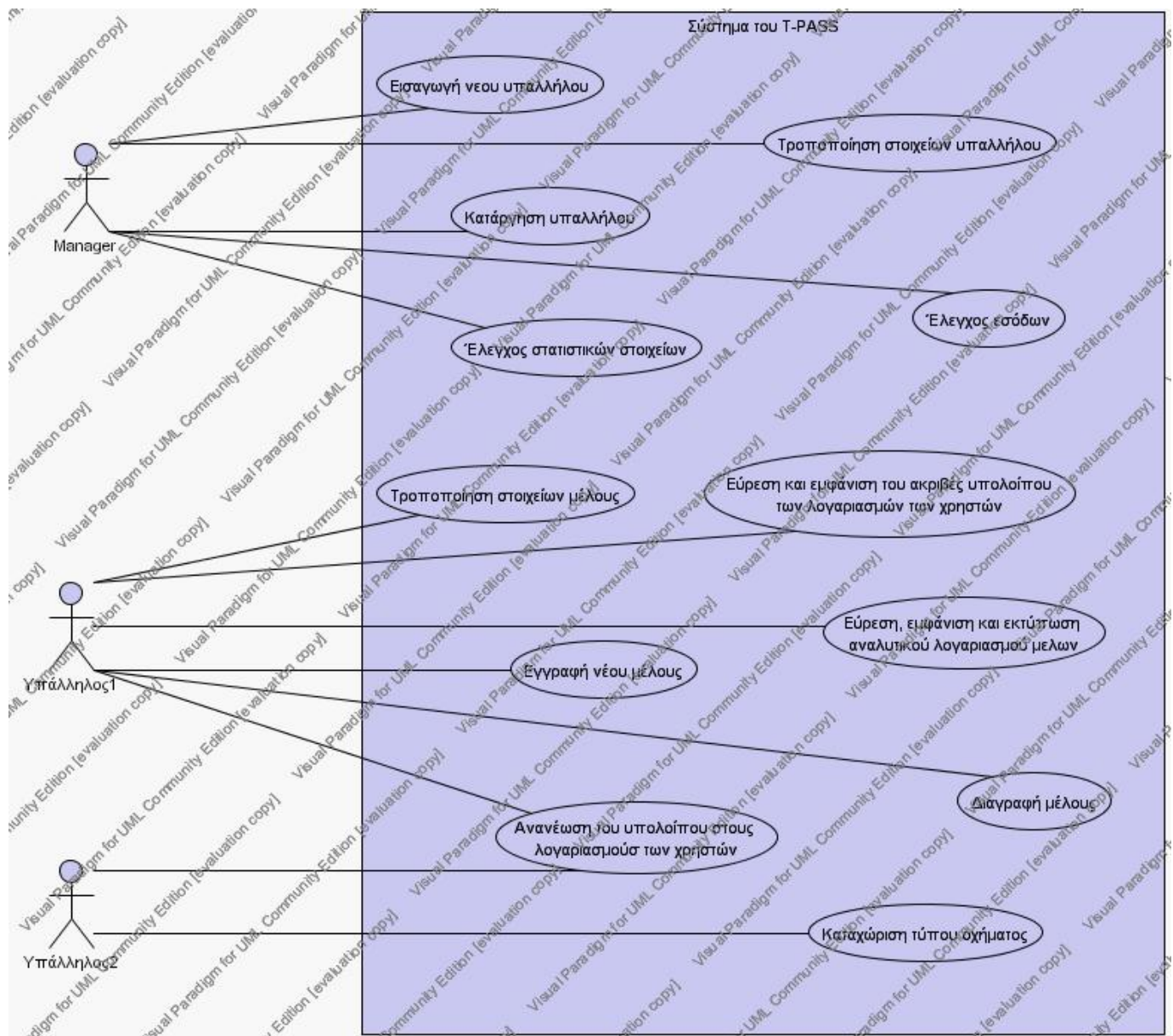
Use case διάγραμμα 1. Χαρακτήρας Manager.



Use case διάγραμμα 2. Χαρακτήρας Υπάλληλος 1.



Use case διάγραμμα 3. Χρήστης Υπάλληλος 2.



Use case διάγραμμα 4. Τελικό διάγραμμα με όλους τους χαρακτήρες.

3.2.3 Μοντελοποίηση του συστήματος

Έχοντας ολοκληρώσει την ανάλυση των απαιτήσεων και τον ορισμό των περιπτώσεων χρήσης για το σύστημα του T-PASS, σειρά έχει ο καθορισμός του τρόπου σύμφωνα με τον οποίο θα

μετατραπούν σε ολοκληρωμένο αντικειμενοστραφές πρόγραμμα. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να καθοριστούν τα εξής:

- Ποιες κλάσεις αντικειμένων θα χρειαστεί να κατασκευαστούν για να έχουμε το σωστό αποτέλεσμα. Ειδικότερα τις μεθόδους τους, τις ιδιότητές τους και τη δομική σχέση που θα έχουν μεταξύ τους. Επειδή αυτά τα στοιχεία ενός αντικειμενοστραφούς προσανατολισμένου συστήματος, αφού εδραιωθούν, είναι στατικά (με τον ίδιο τρόπο που ένα σπίτι αφού χτιστεί έχει ένα συγκεκριμένο σχέδιο, ένα συγκεκριμένο αριθμό δωματίων και ούτω καθεξής), η διαδικασία αυτή αναφέρεται ως προετοιμασία του στατικού μοντέλου.

Μπορούμε βεβαίως να αλλάξουμε τη στατική κατασκευή ενός σπιτιού χρονικά, αλλάζοντας το σχέδιο, όπως μπορούμε να αλλάξουμε τη στατική κατασκευή ενός αντικειμενοστραφούς προσανατολισμένου λογισμικού συστήματος, καθώς νέες απαιτήσεις γεννιούνται από τη δημιουργία νέων υποκλάσεων, την επινόηση νέων μεθόδων για προϋπάρχουσες κλάσεις κλπ. Παρόλα αυτά, αν μια κατασκευή – είτε είναι σπίτι είτε λογισμικό σύστημα – είναι σωστά σχεδιασμένη από την αρχή, η ανάγκη για τέτοιες αλλαγές θα προκύπτει σχετικά σπάνια στη διάρκεια ζωής της και δε θα είναι πολύ δύσκολος ο χειρισμός τους.

- Πως αυτά τα αντικείμενα θα πρέπει να συνεργαστούν για να φέρουν σε πέρας όλες τις απαιτήσεις ή την αποστολή του συστήματος; Οι τρόποι με τους οποίους τα αντικείμενα αλληλεπιδρούν μπορούν να αλλάξουν κυριολεκτικά από τη μια στιγμή στην άλλη, αναλόγως με τις συνθήκες από τις οποίες επηρεάζονται. Αναφερόμαστε στη διαδικασία καθορισμού της συνεργασίας μεταξύ αντικειμένων ως προετοιμασία του δυναμικού μοντέλου.

Τα στατικά και τα δυναμικά μοντέλα είναι απλά δύο διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος: αποτελούν το σχέδιο πάνω στο οποίο βασιζόμαστε προκειμένου για να υλοποιήσουμε ένα υπολογιστικό σύστημα.

Καθορισμός κατάλληλων κλάσεων

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να γίνει στο σχεδιασμό αντικειμένων είναι να καθοριστούν ποιες κλάσεις θα χρειαστούν καθώς το σύστημα υλοποιείται. Δυστυχώς η διαδικασία της αναγνώρισης των κλάσεων είναι δύσκολη, στηρίζεται στη διαίσθηση, στην εμπειρία στο σχεδιασμό και στην εξοικείωση με το χώρο του υπό ανάπτυξη συστήματος. Μια εύκολη διαδικασία για αρχάριους είναι να συγκεντρώνονται όλες οι φράσεις από την ανάλυση απαιτήσεων που περιέχουν ουσιαστικά και έπειτα να χρησιμοποιείται μια διαδικασία για να συρρικνωθεί η προηγούμενη λίστα σε ένα σύνολο κατάλληλων κλάσεων.

Ανάλυση προτάσεων με ουσιαστικά

Από την ανάλυση απαιτήσεων συγκεντρώνουμε σε μια λίστα όλα τα ουσιαστικά που συναντούμε. Η διαδικασία αυτή είναι σχετικά εύκολη στην προκειμένη περίπτωση μιας και η συγκεκριμένη ανάλυση απαιτήσεων είναι μικρή σε μέγεθος. Αν έχουμε να κάνουμε με μια εκτενή ανάλυση απαιτήσεων, είναι προτιμότερο να κάνουμε αρχικά μια περίληψη και στη συνέχεια να αρχίσουμε την προηγούμενη διαδικασία. Λειτουργώντας κατ' αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζουμε πως έχουμε κατανοήσει τη γενική ιδέα των προδιαγραφών που πρέπει να πληρεί το σύστημα.

Στη συνέχεια, ταξινομούμε τη λίστα που προέκυψε από την παραπάνω διαδικασία με στόχο τη διαγραφή των διπλότυπων. Αυτό περιλαμβάνει τη διαγραφή όλων των ουσιαστικών που είναι στον πληθυντικό (για παράδειγμα διαγράφουμε το «υπάλληλοι» αφού καλύπτεται από το «υπάλληλος»). Στόχος μας είναι τα ονόματα όλων των κλάσεων να είναι στον ενικό στο τελικό στάδιο.

Έπειτα, αυτό που προσπαθούμε να κάνουμε είναι να αναγνωρίσουμε βασικά ή θεμελιώδη αντικείμενα. Παράλληλα διαγράφουμε:

- Αναφορές στο ίδιο το σύστημα («σύστημα», «Σύστημα T-PASS», «TPS» κλπ.)
- Αναφορές σε όρους που δεν ταιριάζουν σε ορισμό κάποιου αντικειμένου. Επειδή ωστόσο υπάρχει περίπτωση να αμφιβάλλουμε για κάποιους από αυτούς τους όρους (δηλαδή για το αν θα πρέπει να υλοποιηθούν ως κλάσεις), σκόπιμη είναι η δημιουργία μιας λίστας «απορριφθέντων όρων», η οποία θα εξεταστεί ξανά αργότερα κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του μοντέλου.

Το επόμενο βήμα είναι η ομαδοποίηση συνώνυμων ουσιαστικών με σκοπό να διαλέξουμε εκείνον τον ορισμό από κάθε ομάδα συνωνύμων που θα ταίριαζε περισσότερο ως όνομα κλάσης.

Ένας κλασικός έλεγχος για να αποφασίσουμε εάν ένα αντικείμενο μπορεί ή όχι να «σταθεί μόνο του» ως κλάση είναι να κάνουμε τις εξής ερωτήσεις:

- «Μπορώ να σκεφτώ κάποιες ιδιότητες-χαρακτηριστικά για αυτήν την κλάση;»
- «Μπορώ να σκεφτώ κάποιες λειτουργίες-υπηρεσίες που θα αναμένονται από αντικείμενα που θα ανήκουν σε αυτήν την κλάση;»

Επανεξέταση των use cases

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας που προηγήθηκε η λίστα των υποψήφιων κλάσεων είναι φανερά μικρότερη, αλλά για να βεβαιωθούμε ότι αυτή θα είναι και η τελική, πρέπει να ελέγξουμε ξανά τις περιπτώσεις χρήσης και ειδικότερα τους χαρακτήρες, προκειμένου να δούμε εάν κάποιος από αυτούς πρέπει να υλοποιηθεί ως κλάση. Υπενθυμίζουμε πως οι χαρακτήρες που αναγνωρίσαμε προηγουμένως για το Σύστημα του T-PASS είναι οι:

- Manager
- Υπάλληλος1
- Υπάλληλος2

Ο τρόπος με τον οποίο θα καθορίσουμε εάν κάποιος από τους χαρακτήρες πρέπει να υλοποιηθεί ως κλάση είναι ο εξής: αν κάποιος χρήστης που σχετίζεται με ένα χαρακτήρα A χρειαστεί να χειριστεί πληροφορίες που αφορούν έναν χαρακτήρα B όταν ο A μπει στο σύστημα, τότε ο B πρέπει να περιληφθεί σαν κλάση στο μοντέλο.

Παραδείγματος χάριν:

Όταν ο Manager εισέλθει στο σύστημα, χρειάζεται να χειριστεί πληροφορίες για τους υπαλλήλους1 και2; Η απάντηση είναι ναι. Όταν ο Manager χρειαστεί να τροποποιήσει τα δεδομένα στην εγγραφή κάποιου υπαλλήλου είναι προφανές πως πρέπει να χειριστεί πληροφορίες που αφορούν τους υπαλλήλους. Οπότε, οι χαρακτήρες 'Υπάλληλοι1 και 2' πρέπει να αναπαρασταθούν σαν κλάση στο σύστημα του T-PASS.

Λαμβάνοντας υπόψη μας όλους τους παραπάνω κανόνες, καταλήξαμε στην τελική λίστα κλάσεων η οποία είναι η εξής:

- Υπάλληλος
- Manager
- Υπάλληλος1
- Υπάλληλος2
- Πελάτης
- Λογαριασμός
- Διέλευση οδηγού

Οι κλάσεις Manager, Υπάλληλος1 και Υπάλληλος2 κληρονομούν τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες της κλάσης Υπάλληλος, η οποία χρησιμοποιείται για αυτό ακριβώς το λόγο αφού οι προηγούμενες τρεις κλάσεις έχουν μεταξύ τους πολλά κοινά στοιχεία και ιδιότητες.

3.3.1 Δημιουργία Λεξικού Όρων

Από τα αρχικά στάδια της ανάλυσης είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε και να αρχίσουμε να τεκμηριώνουμε την ορολογία που χρησιμοποιούμε. Ένα λεξικό όρων είναι ιδανικό για αυτόν τον σκοπό. Για κάθε υποψήφια κλάση το λεξικό όρων πρέπει να περιλαμβάνει έναν απλό ορισμό για το τι σημαίνει το συγκεκριμένο αντικείμενο μέσα στο περιβάλλον του συστήματος. Είναι επιτρεπτό και μάλιστα ενθαρρύνεται για έναν ορισμό ενός όρου να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους άλλους ορισμούς. Όταν συμβαίνει αυτό, γράφουμε τους τελευταίους με έντονα γράμματα.

Το λεξικό όρων αποτελεί μέρος του συνόλου των εγγράφων τεκμηρίωσης του συστήματος, ως επακόλουθη πηγή πληροφοριών για το υπό ανάπτυξη μοντέλο. Καθώς το μοντέλο εξελίσσεται, το λεξικό επεκτείνεται περιλαμβάνοντας ορισμούς ιδιοτήτων, σχέσεων και μεθόδων.

Στη συνέχεια ακολουθεί το ολοκληρωμένο λεξικό όρων που προέκυψε από τη διαδικασία της μοντελοποίησης, στο οποίο έγιναν διάφορες αλλαγές και προσθήκες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του συστήματος.

ΛΕΞΙΚΟ ΟΡΩΝ

ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ: Φυσικό πρόσωπο, άνθρωπος. Ο **Manager**, ο **υπάλληλος1** και ο **Υπάλληλος2** είναι ανθρώπινες οντότητες που έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά και συμπεριφορές.

ΠΕΛΑΤΗΣ: Άτομο που επιθυμεί να ενταχθεί στο σύστημα του T-PASS ανοίγοντας έναν **λογαριασμό** για να επωφελείται των παρεχόμενων υπηρεσιών.

ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ: Ανήκει σε κάθε **πελάτη** του συστήματος και περιέχει όλες τις πληροφορίες για τα οχήματά του, τις διελεύσεις που πραγματοποίησε και τα χρήματα που είναι πιστωμένα σε αυτόν. Οι **λογαριασμοί** των **πελατών** διαχειρίζονται από τους **Υπαλλήλους1** και ελέγχονται από τους **Managers**.

ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΟΔΗΓΟΥ: Χαρακτηρίζεται έτσι η κάθε διέλευση οχήματος από τους σταθμούς διόδων του T-PASS το οποίο δεν είναι **πελάτης**. Οι διελεύσεις τους καταγράφονται στο σύστημα από τους **υπαλλήλους2** και ελέγχονται από τους **Managers**.

ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ1: Άτομο που εργάζεται στο T-PASS και είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των **πελατών** και των **λογαριασμών** τους.

ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ2: Άτομο που εργάζεται στο T-PASS και είναι υπεύθυνο για την καταχώριση στο σύστημα των **διελεύσεων των οδηγών** και την είσπραξη των αντιτίμων από αυτούς. Σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να τροποποιήσουν και κάποια συγκεκριμένα στοιχεία των **λογαριασμών των πελατών**, όπως για παράδειγμα την πίστωση τους.

MANAGER: Ανώτερο στέλεχος του T-PASS. Είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των **Υπαλλήλων1 και 2**, καθώς και για τον έλεγχο των **πελατών**, των **λογαριασμών** τους και των **διελεύσεων των οδηγών**.

T-PASS: Υποθετική κλάση που αντιπροσωπεύει τις αυτοματοποιημένες ενέργειες που διαπράττει το σύστημα διαχείρισης του T-PASS. Οι ενέργειες αυτές έχουν να κάνουν με τις καταχωρήσεις στους **λογαριασμούς των πελατών** των διελεύσεων και των χρεώσεων.

3.3.2 Συσχετίσεις κλάσεων

- **ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΙ ΤΟΝ (Ο MANAGER ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΤΟΥΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΥΣ1 ΚΑΙ ΥΠΑΛΛΗΛΟΥΣ2):** Ο Manager μπορεί να ορίσει έναν νέο υπάλληλο1 ή υπάλληλο2, να διαγράψει και να τροποποιήσει τα δεδομένα του. Ο Manager μπορεί να ορίσει περισσότερους από έναν υπαλλήλους1 και υπαλλήλους2.
- **ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ (ΟΙ ΥΠΑΛΛΗΛΟΙ1 ΚΑΙ ΥΠΑΛΛΗΛΟΙ2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ MANAGER):** Οι υπάλληλοι1 και υπάλληλοι2 έχουν ως προϊστάμενο και διαχειρίζονται από έναν Manager. Ένας υπάλληλος1 ή υπάλληλος2 έχει μόνο έναν προϊστάμενο Manager.
- **ΕΛΕΓΧΕΙ (Ο MANAGER ΕΛΕΓΧΕΙ ΤΟΥΣ ΠΕΛΑΤΕΣ, ΤΟΥΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΔΙΕΛΕΥΣΕΙΣ ΟΔΗΓΩΝ):** Ο Manager έχει την αρμοδιότητα να ελέγχει τις εγγραφές των πελατών, των λογαριασμών τους και τα αρχεία διέλευσης οδηγών από τους σταθμούς διοδίων. Ο έλεγχος αυτός γίνεται για την αποφυγή και την εύρεση λαθών και την εξαγωγή στατιστικών στοιχείων και συμπερασμάτων. Ένας Manager ελέγχει πολλούς πελάτες, λογαριασμούς και διελεύσεις οδηγών.

- **ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ ΑΠΟ (ΕΝΑΣ ΠΕΛΑΤΗΣ, ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ, ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΟΔΗΓΩΝ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ ΑΠΟ MANAGER):** Όλοι οι πελάτες του T-PASS, οι λογαριασμοί τους και οι διελεύσεις οδηγών μπορούν να ελεγχθούν από κάποιον **Manager**. Ένας πελάτης ή λογαριασμός ή διέλευση οδηγού μπορούν να ελεγχθούν από πολλούς **Manager**.
- **ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΙ ΤΟΝ (ΕΝΑΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΙ ΤΟΝ ΠΕΛΑΤΗ, ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟ):** Οι υπάλληλοι1 μπορούν να προσθέσουν, να διαγράψουν και να αλλάξουν τα δεδομένα σε μια εγγραφή πελάτη ή κάποιον λογαριασμό. Ένας υπάλληλος1 διαχειρίζεται πολλούς πελάτες και λογαριασμούς.
- **ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ (ΕΝΑΣ ΠΕΛΑΤΗΣ Ή ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΑΛΛΗΛΟ1):** Οι πελάτες του συστήματος εξυπηρετούνται από τους υπαλλήλους1. Σε αυτούς απευθύνονται για κάθε απορία τους, για ανανέωση του λογαριασμού τους και για οτιδήποτε έχει να κάνει με το T-PASS. Ένας πελάτης ή λογαριασμός διαχειρίζεται από πολλούς υπαλλήλους1.
- **ΑΝΗΚΕΙ ΣΕ (ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΑΝΗΚΕΙ ΣΕ ΠΕΛΑΤΗ):** Στο λογαριασμό του πελάτη καταγράφονται οι πληροφορίες των οχημάτων του πελάτη, οι διελεύσεις που έχει πραγματοποιήσει και

οι χρεώσεις που έχει επιβαρυνθεί. Κάθε **λογαριασμός** ανήκει σε έναν **πελάτη**.

- **ΕΧΕΙ (ΕΝΑΣ ΠΕΛΑΤΗΣ ΕΧΕΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟ):** Ο κάθε **πελάτης** με την εισαγωγή του στο σύστημα του T-PASS αποκτά και έναν **λογαριασμό**. Ο **λογαριασμός** είναι μοναδικός για κάθε **πελάτη** και περιέχει τις σημαντικότερες πληροφορίες και δεδομένα που χρειάζεται το σύστημα του T-PASS. Συνεπώς κάθε **πελάτης** έχει έναν **λογαριασμό**.
- **ΤΡΟΠΟΠΟΙΕΙ (ΕΝΑΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ2 ΤΡΟΠΟΠΟΙΕΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟ):** Ένας **υπάλληλος2** κάποια προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα καθημερινά (διαστήματα που δεν περιέχουν ώρες αιχμής) έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί κάποια δεδομένα στους **λογαριασμούς** των **πελατών**. Τα δεδομένα αυτά είναι το ποσό που έχουν πιστωμένο στο **λογαριασμό** τους και το αλλάζουν κατόπιν απαίτησης του **πελάτη** και πληρωμής του αντίστοιχου ποσού. Ένας **υπάλληλος2** μπορεί να τροποποιεί πολλούς **λογαριασμούς**.
- **ΤΡΟΠΟΠΟΙΕΙΤΑΙ (ΕΝΑΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΥΠΑΛΛΗΛΟ2):** Οι **λογαριασμοί** των **πελατών** μπορούν να τροποποιηθούν σε κάποιο βαθμό και όχι να

διαχειριστούν από τους **υπαλλήλους2**. Ένας λογαριασμός μπορεί να τροποποιηθεί από πολλούς **υπαλλήλους2**.

- **ΚΑΤΑΧΩΡΕΙ (ΕΝΑΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ2 ΚΑΤΑΧΩΡΕΙ ΔΙΕΛΕΥΣΕΙΣ ΟΔΗΓΩΝ):** Οι **υπάλληλοι2** που βρίσκονται στους θαλάμους των λωρίδων κάθε σταθμού διοδίων καταχωρούν τις **διελεύσεις οδηγών** που δεν είναι **πελάτες** του T-PASS στο σύστημα. Ένας **υπάλληλος2** καταχωρεί πολλές **διελεύσεις οδηγών**.
- **ΚΑΤΑΧΩΡΕΙΤΑΙ ΑΠΟ (ΜΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΟΔΗΓΟΥ ΚΑΤΑΧΩΡΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΥΠΑΛΛΗΛΟ2):** Οι διελεύσεις των οχημάτων που δεν είναι κατοχυρωμένα στις βάσεις του συστήματος από τους σταθμούς διοδίων του T-PASS, καταχωρούνται στο σύστημα από τους **υπαλλήλους2** ως **διελεύσεις οδηγών**. Μια **διέλευση οδηγού** μπορεί να καταχωρηθεί από έναν **υπάλληλο2**.

Προσδιορισμός σχέσεων μεταξύ κλάσεων

Μετά την ολοκλήρωση της λίστας με τις υποψήφιες κλάσεις, σειρά έχει να καθορίσουμε πως αυτές οι κλάσεις αλληλοσυσχετίζονται. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, πηγαίνουμε πίσω στα έγγραφα τεκμηρίωσης του συστήματος (τα οποία πλέον αποτελούνται από την ανάλυση απαιτήσεων, τις περιπτώσεις

χρήσης και το λεξικό όρων) και μελετούμε τις φράσεις που περιέχουν ρήματα. Στόχος μας είναι να επιλέξουμε εκείνες που υποδηλώνουν δομικές σχέσεις – συσχετίσεις (associations), συσσωματώσεις (aggregations), συνθέσεις (compositions) και κληρονομικότητα (inheritance) – αλλά να εξαλείψουμε ή να αγνοήσουμε καλύτερα εκείνες που αντιπροσωπεύουν ενέργειες ή συμπεριφορές.

Μια τεχνική για να καθορίσουμε και να καταγράψουμε ποιες σχέσεις μεταξύ κλάσεων πρέπει να δημιουργήσουμε είναι ένας nXn πίνακας σχέσεων, όπου το n αναπαριστά τον αριθμό των υποψήφιων κλάσεων που έχουμε προηγουμένως ορίσει. Ονομάζουμε τις σειρές και τις στήλες του πίνακα με τα αντίστοιχα ονόματα των κλάσεων και τον συμπληρώνουμε ως εξής:

- Σε κάθε κελί του πίνακα, τοποθετούμε όλες τις σχέσεις που μπορούμε να αναγνωρίσουμε μεταξύ της κλάσης που βρίσκεται στην αρχή της σειράς και της κλάσης που βρίσκεται στην αρχή της στήλης.
- Τοποθετούμε ένα «x» σε ένα κελί, εάν δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των κλάσεων που διασταυρώνονται ή οι ενδεχόμενες σχέσεις μεταξύ των κλάσεων είναι άσχετες.

➤ Όλες οι σχέσεις είναι έμφυτα διπλής κατεύθυνσης. Αυτό συνεπάγεται ότι αν ένα κελί στη σειρά i και στη στήλη j δηλώνει μία ή περισσότερες σχέσεις, τότε και το κελί στη σειρά j και στη στήλη i θα πρέπει να απεικονίζει τις αντίστροφες αυτών των σχέσεων. Ωστόσο δεν είναι πάντα πρακτικό να γράφουμε το αντίστροφο μιας σχέσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, όπου μια αντίστροφη σχέση είναι άκομψη, απλά δηλώνουμε την ύπαρξή της βάζοντας στο αντίστοιχο κελί ένα ✓.

	Υπάλληλος	Manager	Υπάλληλος1	Υπάλληλος2	Πελάτης	Λογαριασμός	Διέλευση οδηγού
Υπάλληλος	χ	✓	✓	✓	χ	χ	χ
Manager	είναι	χ	Ορίζει Διαγράφει Τροποποιεί	Ορίζει Διαγράφει Τροποποιεί	Ελέγχει	Ελέγχει	Ελέγχει
Υπάλληλος1	είναι	Ορίζεται Διαγράφεται Τροποποιείται	χ	χ	Ορίζει Διαγράφει Τροποποιεί	Ορίζει Διαγράφει Τροποποιεί	χ
Υπάλληλος2	είναι	Ορίζεται	χ	χ	χ	Τροποποιεί	Καταχωρεί

		Διαγράφεται Τροποποιείται					
Πελάτης	χ	Ελέγχεται από	Ορίζεται Διαγράφεται Τροποποιείται	χ	χ	Έχει	χ
Λογισμός	χ	Ελέγχεται από	Ορίζεται Διαγράφεται Τροποποιείται	Τροποποιείται	ανήκει	χ	χ
Διέλευση οδηγού		Ελέγχεται από	χ	Καταχωρείται από	χ	χ	χ

Πίνακας σχέσεων του συστήματος διαχείρισης του T-Pass

Σημείωση: Όλες οι σχέσεις του πίνακα επεξηγούνται στο λεξικό όρων που έχουμε παραθέσει νωρίτερα.

Χαρακτηριστικά των κλάσεων

Στη συνέχεια θα **παρουσιάσουμε** τα χαρακτηριστικά που θα παρουσιάζει η κάθε κλάση. Τα χαρακτηριστικά αυτά προκύπτουν από τη μελέτη απαιτήσεων του συστήματος και θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε το τι πληροφορίες θα περιέχει η κάθε κλάση. Η λίστα των χαρακτηριστικών συνήθως δεν είναι πλήρης στην περιγραφή του προβλήματος. Για το λόγο αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όποια προηγούμενη γνώση έχουμε για το συγκεκριμένο τομέα. Βάση της λίστα αυτής θα σχεδιαστούν στη συνέχεια και οι πίνακες της Access στην οποία θα βασίζεται το σύστημα διαχείρισης του T-PASS.

Κλάση Υπάλληλος:

Surname: Το επώνυμο ενός υπαλλήλου.

Name: Το όνομα ενός υπαλλήλου.

A.M: Ο Αριθμός Μητρώου ενός υπαλλήλου (πρωτεύων κλειδί).

Address: Η διεύθυνση ενός υπαλλήλου.

HomeTel: Ο αριθμός τηλεφώνου της οικίας ενός υπαλλήλου (προαιρετικό).

SelfTel: Ο αριθμός κινητού τηλεφώνου ενός υπαλλήλου (προαιρετικό).

JobTel: Ο αριθμός τηλεφώνου στο χώρο που εργάζεται ένας υπάλληλος.

E-mail: Η ηλεκτρονική διεύθυνση ενός υπαλλήλου (προαιρετικό).

Rank: Ο βαθμός ενός υπαλλήλου (Manager, Υπάλληλος1, Υπάλληλος2).

A.T: Αριθμός Αστυνομικής Ταυτότητας Υπαλλήλου.

HireDat.: Ημερομηνία πρόσληψης ενός υπαλλήλου.

Κλάση Πελάτη:

A.A: Αύξων αριθμός εγγραφής ενός πελάτη (πρωτεύων κλειδί).

Surname: Το επώνυμο ενός πελάτη.

Name: Το όνομα ενός πελάτη.

Address: Η διεύθυνση ενός πελάτη.

HomeTel: Ο αριθμός τηλεφώνου της οικίας ενός πελάτη (προαιρετικό).

SelfTel: Ο αριθμός κινητού τηλεφώνου ενός πελάτη (προαιρετικό).

E-mail: Η ηλεκτρονική διεύθυνση ενός πελάτη (προαιρετικό).

A.T: Αριθμός Αστυνομικής Ταυτότητας πελάτη.

DateSing: Ημερομηνία εγγραφής ενός πελάτη στο T-PASS.

Κλάση Λογαριασμός:

ID: Ο μοναδικός αριθμός του λογαριασμού ενός πελάτη (πρωτεύων κλειδί).

Type: Ο τύπος του οχήματος του πελάτη.

Num_V: Ο αριθμός κυκλοφορίας του οχήματος του πελάτη.

Brand: Η μάρκα του οχήματος.

Model: Το μοντέλο του οχήματος.

Balance: Το ποσό που υπάρχει σε έναν λογαριασμό για την πληρωμή των κομίστρων.

St_Pass: Ο σταθμός μιας συγκεκριμένης διέλευσης.

Date_Pass: Η ημερομηνία μιας συγκεκριμένης διέλευσης.

Time_Pass: Η ώρα μια συγκεκριμένης διέλευσης.

Cost_Pass: Η ακριβής χρέωση μιας συγκεκριμένης διέλευσης.

ID_Pass: Το ID του οχήματος που πραγματοποίησε την διέλευση.

Κλάση Διέλευση οδηγού.

Type: Ο τύπος του οχήματος του οδηγού που δεν είναι πελάτης του T-PASS.

St_Pass: Ο σταθμός μιας συγκεκριμένης διέλευσης.

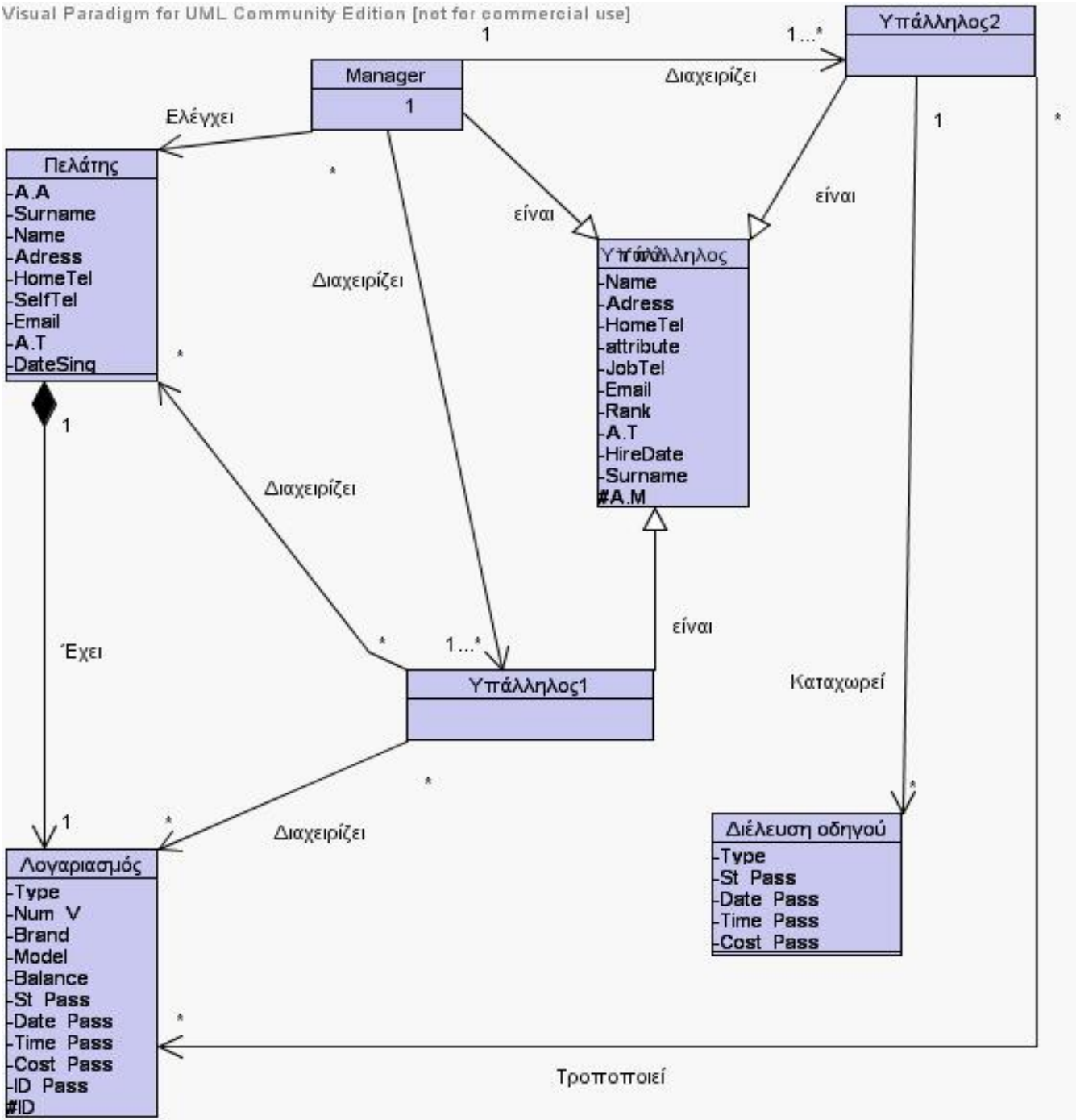
Date_Pass: Η ημερομηνία μιας συγκεκριμένης διέλευσης.

Time_Pass: Η ώρα μια συγκεκριμένης διέλευσης.

Cost_Pass: Η ακριβής χρέωση μιας συγκεκριμένης διέλευσης.

Το ολοκληρωμένο Διάγραμμα Κλάσεων

Μετά από τα παραπάνω το μόνο που μένει είναι η γραφική απεικόνιση του πίνακα σχέσεων χρησιμοποιώντας το λογισμικό Visual Paradigm for UML.



Διάγραμμα κλάσεων συστήματος διαχείρισης T-Pass

Οι κλάσεις αναπαρίστανται με ορθογώνια, τα οποία στο πάνω τμήμα τους περιέχουν το όνομα της κλάσης και στο κάτω τμήμα τα χαρακτηριστικά τους. Οι αριθμοί στην άκρη των βελών δηλώνουν την πολλαπλότητα μεταξύ των κλάσεων, η οποία είναι μια ένδειξη για το πόσα αντικείμενα μπορούν να συμμετέχουν σ' αυτήν τη σχέση.

Τα ευθύγραμμα τμήματα που έχουν ένα ανοιχτό βέλος στην άκρη τους αποτελούν τις συσχετίσεις μεταξύ των δύο κλάσεων που ενώνουν και υποδηλώνουν την σχέση που υπάρχει μεταξύ τους.

Τα ευθύγραμμα τμήματα που έχουν ένα κλειστό βέλος στην άκρη αποτελούν γενικεύσεις, δηλαδή όταν μία κλάση κληρονομεί από μία άλλη ιδιότητες - χαρακτηριστικά και εξειδικεύει κατά κάποιο τρόπο τη λειτουργία της. Στην συγκεκριμένη περίπτωση αυτό συμβαίνει στις κλάσεις **Υπάλληλος1**, **Υπάλληλος2** και **Manager** οι οποίες κληρονομούν και ανήκουν στην γενική κλάση **Υπάλληλοι**.

Το ευθύγραμμο τμήμα με έναν μαύρο ρόμβο στην μια άκρη του αποτελεί μια σύνθεση (Composition). Αυτή υποδηλώνει ότι μια κλάση υπάρχει μόνο εάν υπάρχει μια άλλη κλάση με την οποία συνδέεται με μια σύνθεση. Όταν αυτή η κλάση διαγραφεί, θα διαγραφεί και η κλάση που συνδέεται με μια σύνθεση με αυτήν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση του T-PASS η κλάση **Λογαριασμός** συνδέεται με σύνθεση με την κλάση **Πελάτης**. Αυτό σημαίνει ότι η κλάση **Λογαριασμός** είναι άμεσα συνδεδεμένη με την κλάση

Πελάτης και αν π.χ. για κάποιο λόγο διαγραφεί ένας πελάτης από την κλάση **Πελάτες**, θα διαγραφεί και ο αντίστοιχος λογαριασμός του από την κλάση **Λογαριασμός**.

Δυναμική Συμπεριφορά του μοντέλου

Όπως προαναφέρθηκε, η δυναμική συμπεριφορά καθορίζεται από το σύνολο των τρόπων με τους οποίους ταυτόχρονα ενεργά αντικείμενα αλληλεπιδρούν πάνω στο χρόνο και πως αυτές οι αλληλεπιδράσεις επηρεάζουν την κατάσταση κάθε αντικειμένου. Η παραγωγή ενός δυναμικού μοντέλου όχι μόνο μας δίνει τη δυνατότητα να καθορίσουμε τις μεθόδους που απαιτούνται για κάθε κλάση, αλλά μας επιτρέπει να βελτιώσουμε τη στατική δομή του μοντέλου.

Τα συστατικά μέρη ενός δυναμικού μοντέλου είναι τα εξής:

- Σενάρια
- Διαγράμματα ακολουθίας

3.4 Δημιουργία σεναρίων

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα ξεχωριστά σενάρια που μπορούμε να σκεφτούμε για το σύστημα που πρόκειται να αναπτύξουμε. Ένα σενάριο είναι μια υποθετική περιγραφή των ενεργειών που θα πραγματοποιηθούν όταν ένας χαρακτήρας ξεκινήσει μια use case, είτε αυτήν ενεργοποιείται από τον ίδιο τον χαρακτήρα είτε από το σύστημα. Τα σενάρια θα αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ακολουθίας.

ΣΕΝΑΡΙΟ #1 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΟΥ ΥΠΑΛΛΗΛΟΥ'

1. Ο Manager δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να ορίσει έναν νέο υπάλληλο.
3. Εισάγει τα στοιχεία του νέου υπαλλήλου.
4. Κάνει την καταχώριση.
5. Το σύστημα τον ενημερώνει ότι η καταχώριση ήταν επιτυχής.

ΣΕΝΑΡΙΟ #2 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΥΠΑΛΛΗΛΟΥ'

1. Ο Manager δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να διαγράψει έναν υπάλληλο.
3. Το σύστημα του ζητά να εισάγει το Α.Μ ή το ονοματεπώνυμο του υπαλλήλου που επιθυμεί να διαγράψει.
4. Ο Manager εισάγει το Α.Μ ή το ονοματεπώνυμο του υπαλλήλου.
5. Το σύστημα εμφανίζει την εγγραφή με τα στοιχεία του υπαλλήλου και ζητά επιβεβαίωση για την διαγραφή του.
6. Μετά την επιβεβαίωση από τον Manager το σύστημα τον ενημερώνει πως η διαγραφή ήταν επιτυχής.

ΣΕΝΑΡΙΟ #3 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΟΥ'

1. Ο Manager δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να αλλάξει τα υπάρχοντα στοιχεία ενός υπαλλήλου.
3. Το σύστημα του ζητά να εισάγει το Α.Μ ή το ονοματεπώνυμο του υπαλλήλου του οποίου κάποιο στοιχείο επιθυμεί να αλλάξει.

4. Ο Manager εισάγει το Α.Μ ή το ονοματεπώνυμο του υπαλλήλου.
5. Το σύστημα εμφανίζει την εγγραφή με τα στοιχεία του υπαλλήλου που επιλέχθηκε.
6. Ο Manager τροποποιεί τα στοιχεία που επιθυμεί.
7. Κάνει την καταχώριση.
8. Ο Manager ενημερώνεται από το σύστημα ότι η καταχώριση των νέων στοιχείων του υπαλλήλου ήταν επιτυχής.

ΣΕΝΑΡΙΟ #4 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ'

1. Ο Manager δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να δει τα στατιστικά στοιχεία διέλευσης.
3. Το σύστημα εμφανίζει όλους τους διαθέσιμους σταθμούς.
4. Εισάγει τον σταθμό / τους σταθμούς των οποίων τα δεδομένα επιθυμεί να δει.
5. Το σύστημα εμφανίζει τα στοιχεία
6. Ο Manager εάν επιθυμεί έχει τη δυνατότητα να ζητήσει από το σύστημα να εμφανίσει συγκεκριμένα στατιστικά στοιχεία, όπως ο τύπος του οχήματος, ή κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

ΣΕΝΑΡΙΟ #5 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΕΓΓΡΑΦΗ ΝΕΟΥ ΜΕΛΟΥΣ ΣΤΟ T-PASS'

1. Ο υπάλληλος¹ δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να κάνει μια νέα εγγραφή μέλους.
3. Εισάγει τα στοιχεία του νέου χρήστη.
4. Κάνει την καταχώριση.
5. Το σύστημα ενημερώνει τον υπάλληλο¹ ότι η καταχώριση του νέου χρήστη ήταν επιτυχής.

ΣΕΝΑΡΙΟ #6 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΜΕΛΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟ T-PASS'

1. Ο υπάλληλος¹ δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να διαγράψει ένα χρήστη του T-PASS.
3. Το σύστημα ζητά να εισάγει το ID του προς διαγραφή χρήστη.
4. Ο υπάλληλος¹ εισάγει το ID του προς διαγραφή χρήστη.
5. Το σύστημα εμφανίζει την εγγραφή με τα στοιχεία του προς διαγραφή χρήστη και ζητά επιβεβαίωση για την διαγραφή του.
6. Μετά την επιβεβαίωση του υπαλλήλου¹ το σύστημα τον ενημερώνει ότι η διαγραφή ολοκληρώθηκε επιτυχώς.

ΣΕΝΑΡΙΟ #7 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΡΗΣΤΗ'

1. Ο υπάλληλος1 δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει να αλλάξει τα υπάρχοντα στοιχεία κάποιου χρήστη.
3. Το σύστημα του ζητά να εισάγει το ID του χρήστη του οποίου τα στοιχεία θέλει να αλλάξει.
4. Ο υπάλληλος1 εισάγει το ID του χρήστη.
5. Το σύστημα εμφανίζει την εγγραφή του χρήστη που επιλέχθηκε.
6. Ο υπάλληλος1 τροποποιεί τα στοιχεία που επιθυμεί.
7. Κάνει την καταχώριση.
8. Ο υπάλληλος ενημερώνεται από το σύστημα ότι η καταχώριση των νέων στοιχείων ήταν επιτυχής.

ΣΕΝΑΡΙΟ #8 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΧΡΗΣΤΗ'

1. Ο υπάλληλος1 δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει την εμφάνιση αναλυτικού λογαριασμού χρήστη.
3. Το σύστημα του ζητά να εισάγει το ID του χρήστη του οποίου τον λογαριασμό θέλει να εμφανίσει.
4. Ο υπάλληλος1 εισάγει το ID του χρήστη.

5. Το σύστημα εμφανίζει τον αναλυτικό λογαριασμό του επιλεγμένου χρήστη.
6. Ο υπάλληλος1 ζητά την εκτύπωση του λογαριασμού.
7. Το σύστημα εκτυπώνει τον επιλεγμένο αναλυτικό λογαριασμό.

ΣΕΝΑΡΙΟ #9 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΥΠΟΛΟΙΠΟΥ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟ ΥΠΑΛΛΗΛΟ1'

1. Ο υπάλληλος1 δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Επιλέγει την ανανέωση υπολοίπου.
3. Το σύστημα ζητά το ID του χρήστη του οποίου το υπόλοιπο θέλει να ανανεώσει.
4. Ο υπάλληλος1 εισάγει το ID του χρήστη.
5. Το σύστημα εμφανίζει μια φόρμα με τα βασικά στοιχεία του χρήστη καθώς και στοιχεία από τον συνδεδεμένο λογαριασμό.
6. Ο υπάλληλος1 εισάγει το ποσό που θέλει να πιστώσει στον λογαριασμό του χρήστη.
7. Κάνει την καταχώριση.
8. Το σύστημα τον ενημερώνει ότι η πίστωση του λογαριασμού ήταν επιτυχής.
9. Το σύστημα εμφανίζει ξανά την φόρμα με τα νέα δεδομένα του λογαριασμού.

10. Το σύστημα εκτυπώνει μια απόδειξη του ποσού που πιστώθηκε για τον χρήστη.

ΣΕΝΑΡΙΟ #10 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΤΥΠΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟ ΔΙΟΔΙΩΝ'

1. Ο υπάλληλος² δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Το σύστημα εμφανίζει την αρχική φόρμα καταχώρησης τύπου οχήματος.
3. Κάθε φορά που ένα όχημα περνά από την λωρίδα του υπαλλήλου², αυτός καταχωρεί τον τύπο του.
4. Το σύστημα μαζί με τον τύπο του οχήματος καταχωρεί αυτόματα και το ανάλογο χρηματικό ποσό που πρέπει να πληρωθεί από τον οδηγό του οχήματος.
5. Ο υπάλληλος² δέχεται το ανάλογο χρηματικό ποσό.
6. Το σύστημα του εκτυπώνει το ανάλογο αποδεικτικό κουπόνι το οποία παραδίδει στον οδηγό του οχήματος.

ΣΕΝΑΡΙΟ #11 ΓΙΑ ΤΗΝ 'ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΥΠΟΛΟΙΠΟΥ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟ ΥΠΑΛΛΗΛΟ2'

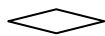
1. Ο υπάλληλος2 δίνει τον προσωπικό του κωδικό και μπαίνει στο σύστημα.
2. Το σύστημα εμφανίζει την αρχική φόρμα καταχώρισης τύπου οχήματος.
3. Ο υπάλληλος2 επιλέγει την ανανέωση υπολοίπου.
4. Το σύστημα ελέγχει εάν η επιλογή αυτή είναι διαθέσιμη την συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
5. Ο υπάλληλος2 εισάγει το ID του χρήστη.
6. Το σύστημα εμφανίζει μια φόρμα με τα βασικά στοιχεία του χρήστη καθώς και στοιχεία από τον συνδεδεμένο λογαριασμό.
7. Ο υπάλληλος2 εισάγει το ποσό που θέλει να πιστώσει στον λογαριασμό του χρήστη.
8. Κάνει την καταχώριση.
9. Το σύστημα τον ενημερώνει ότι η πίστωση του λογαριασμού ήταν επιτυχής.
10. Το σύστημα εμφανίζει ξανά την φόρμα με τα νέα δεδομένα του λογαριασμού.
11. Το σύστημα εκτυπώνει μια απόδειξη του ποσού που πιστώθηκε για τον χρήστη.


3.5 Διαγράμματα ακολουθίας- Διαγράμματα δραστηριότητας- Διαγράμματα συνεργασίας

Στα διαγράμματα ακολουθίας (sequence diagrams) τα αντικείμενα παριστάνονται με κουτιά ή/και χαρακτήρες, τα οποία παρατάσσονται στο χώρο (συνήθως από αριστερά προς τα δεξιά). Κάθε χαρακτήρας παρουσιάζεται ως μια γραμμή ζωής, δηλαδή μία κάθετη γραμμή η οποία αναπαριστά τον χαρακτήρα μέσα στο χρόνο κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης της αλληλεπίδρασης. Τα αντικείμενα ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους τα οποία παριστάνονται με κατευθυνόμενα βέλη των οποίων η φορά δείχνει την κατεύθυνση του μηνύματος (ποιο αντικείμενο κάνει την κλήση και σε ποιο αντικείμενο γίνεται η κλήση). Ο χρόνος παριστάνεται από πάνω προς τα κάτω στο διάγραμμα. Δηλαδή τα μηνύματα που βρίσκονται πιο πάνω στο διάγραμμα προηγούνται χρονικά αυτών που βρίσκονται πιο χαμηλά. Τα διαγράμματα ακολουθίας δείχνουν ένα σύνολο από μηνύματα διευθετημένα σε χρονική ακολουθία και χρησιμοποιούνται κυρίως για την απεικόνιση των εναλλακτικών σεναρίων μιας περίπτωσης χρήσης.

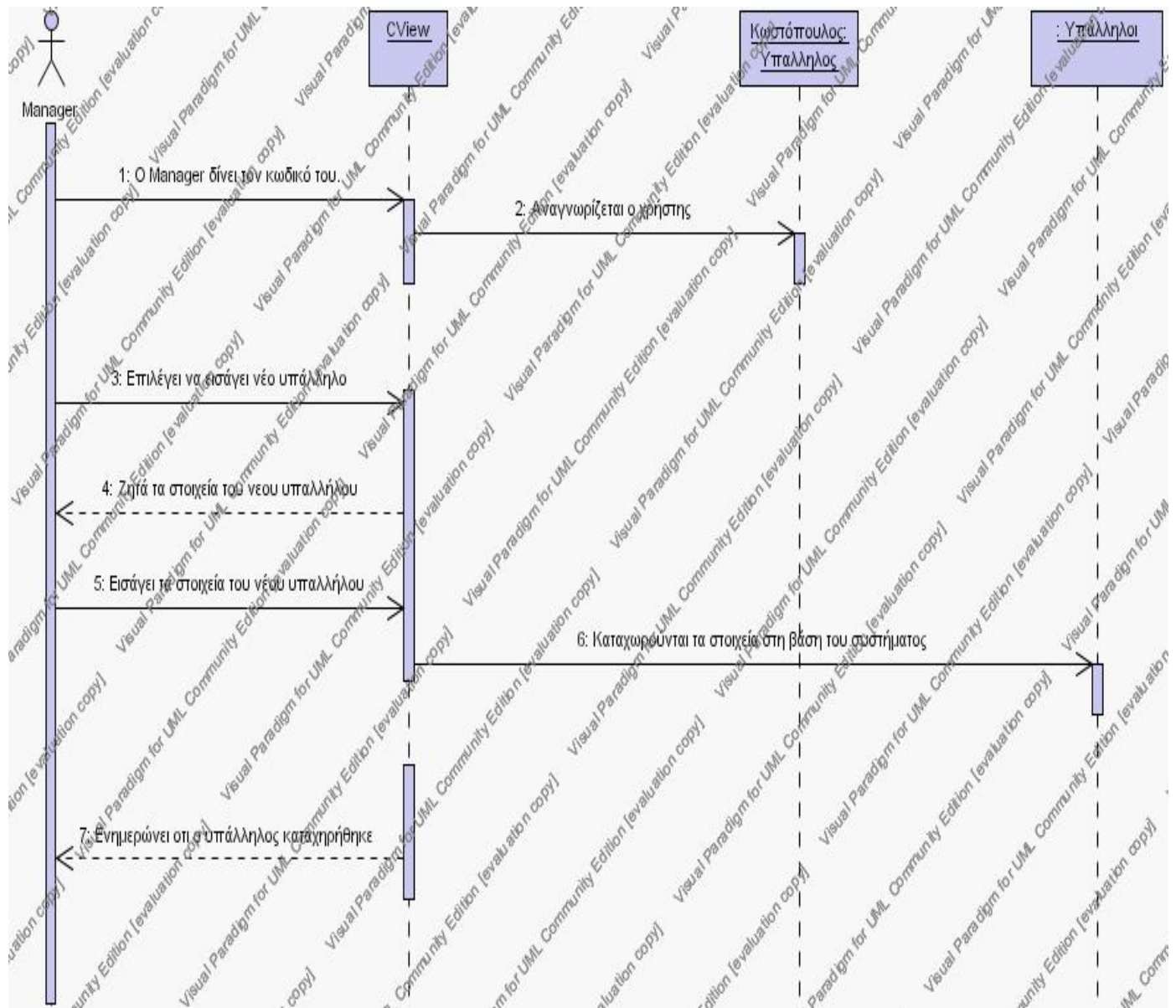
Σημείωση:Το **CView** το οποίο εμφανίζεται στα διαγράμματα ακολουθίας του συστήματος του T-PASS αντιπροσωπεύει την κλάση (θα αναφερθούμε σε αυτές σε επόμενο Κεφ.) κάθε φόρμας του προγράμματος οι οποίες είναι υπεύθυνες για την επικοινωνία χρήστη – συστήματος. Η επικοινωνία τώρα της φόρμας με το πρόγραμμα γίνεται με την κλάση **CDoc** η οποία δεν παρουσιάζεται στο διάγραμμα. Οι δύο αυτές κλάσεις είναι υποθετικές και δημιουργούνται με μοναδικό σκοπό την καλύτερη απεικόνιση και κατανόηση των διαγραμμάτων ακολουθίας.

Π.χ. Όταν ένας χρήστης θελήσει να καταχωρήσει κάποια δεδομένα στο σύστημα θα επικοινωνήσει με κάποια από τις οθόνες του προγράμματος, **CView**, και θα τα καταχωρήσει εκεί. Η πραγματική καταχώριση των δεδομένων όμως γίνεται με το να στείλει η κλάση της φόρμας τα δεδομένα στη **CDoc**, η οποία με τη σειρά της θα τα καταχωρήσει στο αποθηκευτικό μέσο του συστήματος.

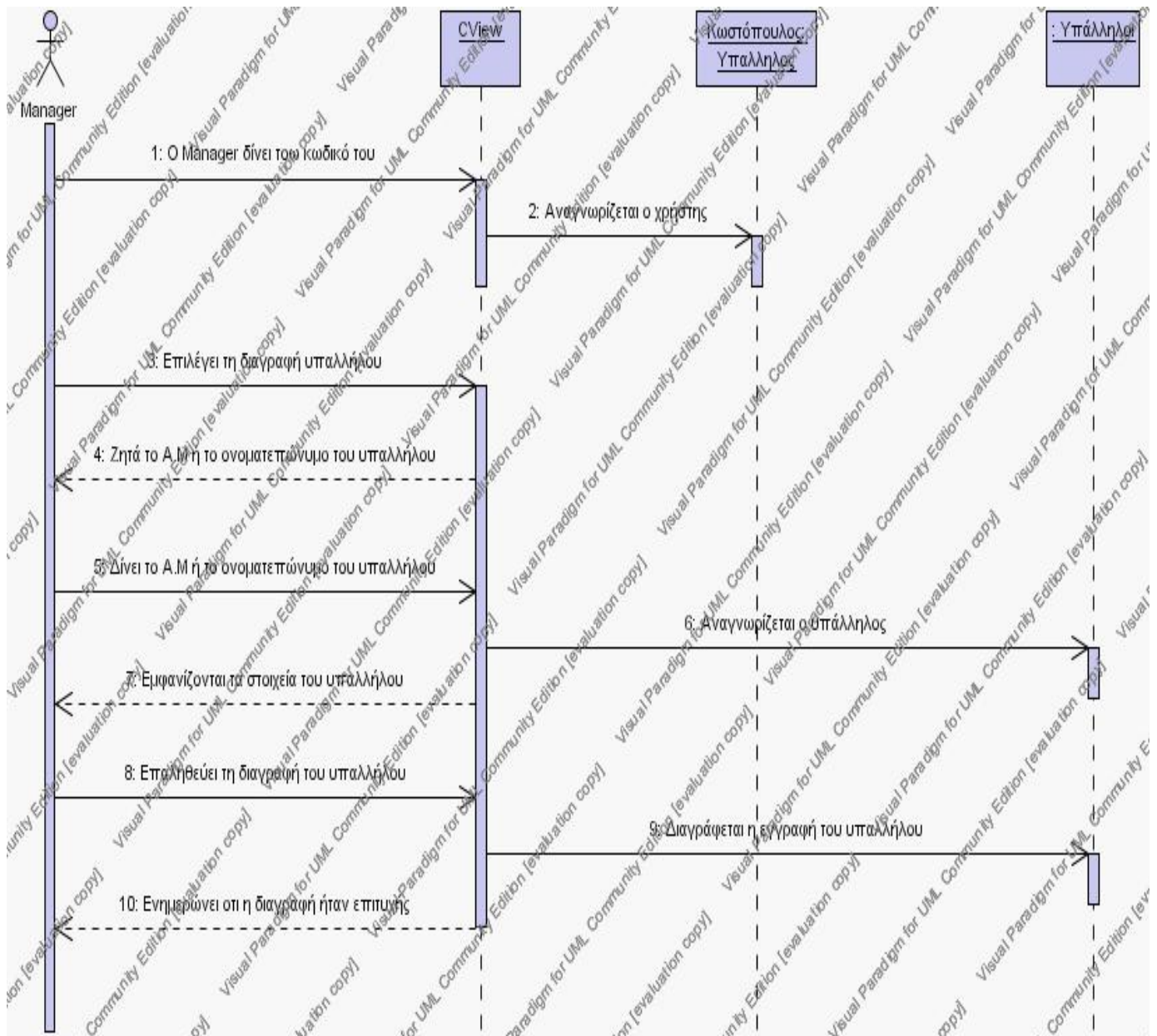


Τα **διάγραμμα δραστηριότητας** (activity diagrams) περιγράφουν μια εκτέλεση λειτουργίας κατά τη διάρκεια ζωής ενός αντικειμένου. Σε αυτά η έναρξη και λήξη της λειτουργίας απεικονίζονται με μαυρισμένες «βούλες» . Η δραστηριότητα που λαμβάνει χώρο περιγράφεται με τη βοήθεια κουτιών και η ροή των γεγονότων με βέλη, τα οποία δείχνουν και τη φορά των εργασιών. Στα διαγράμματα αυτά υπάρχουν επίσης και σχήματα-ρόμβοι που παριστάνουν τους κόμβους αποφάσεις και οι οποίοι οδηγούν άλλοτε σε μια μετάβαση και άλλες φορές σε περισσότερες.

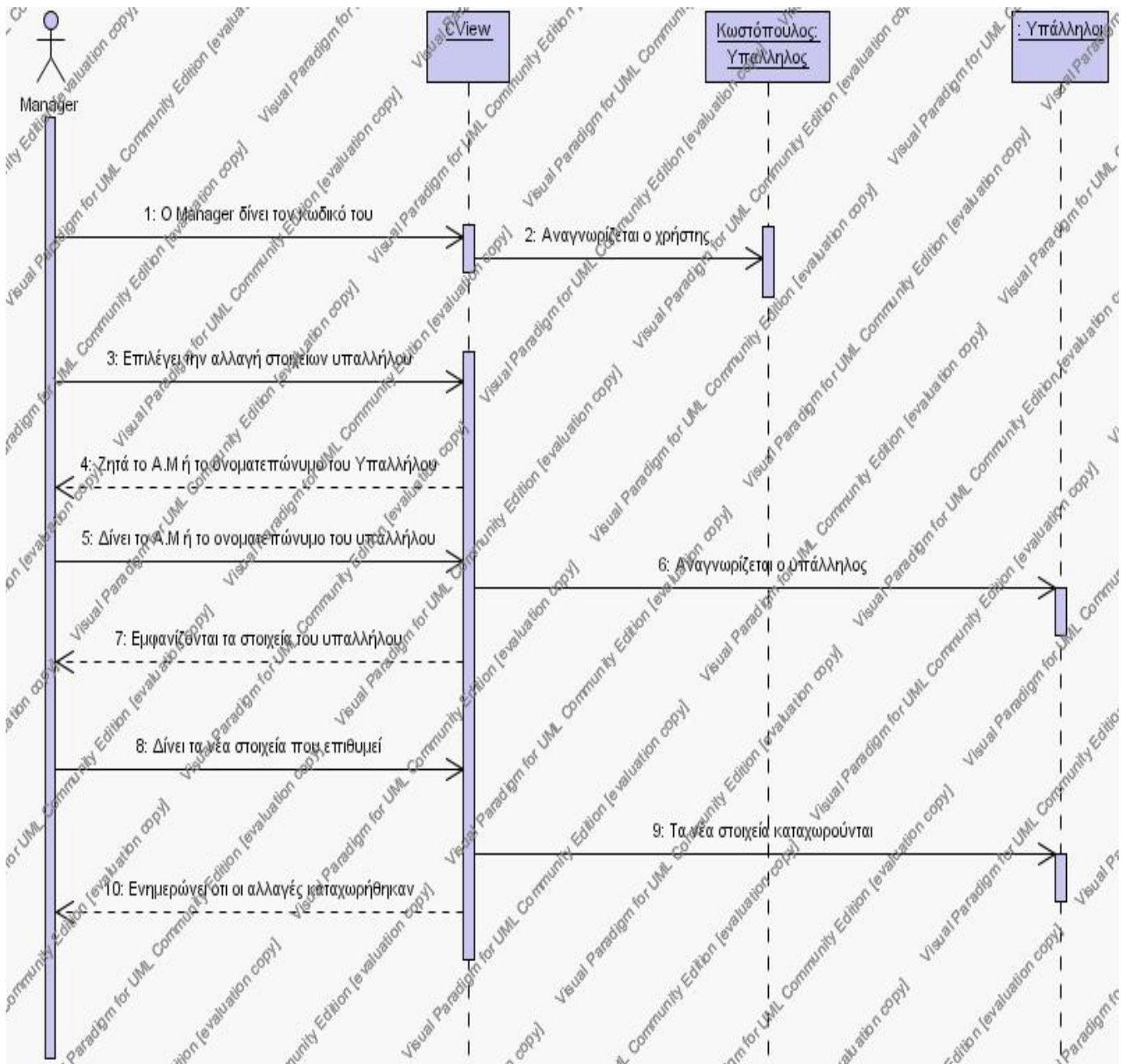
Παρακάτω, ακολουθούν τα διαγράμματα ακολουθίας του συστήματος του T-PASS, όπως αυτά προέκυψαν από τη μελέτη των σεναρίων που αναπτύξαμε νωρίτερα και ενδεικτικά κάποια διαγράμματα δραστηριότητας ορισμένων σεναρίων.



1. Διάγραμμα ακολουθίας για την Εισαγωγή νέου Υπαλλήλου



2. Διάγραμμα ακολουθίας για Διαγραφή Υπαλλήλου



3. Διάγραμμα ακολουθίας για την Αλλαγή Στοιχείων Υπαλλήλου