

ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ

«ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ»

ΠΡΑΞΗ Ι: «Συνεργατικά έργα μικρής και μεσαίας κλίμακας»

Μοντέλο Κυκλοφοριακής Κίνησης
Αστικού Πολεοδομικού Συγκροτήματος
“SPEED-O”



ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Ε.Ε.1

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ

ΕΝΑΡΞΗΣ: 1/3/2011

ΛΗΞΗΣ: 20/6/2011

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΦΟΡΕΙΣ

ΟΑΣΘ – ΗΜΜΥ – ΛΙΝΚ

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	5
2	Συνοπτική Περιγραφή Εργασιών.....	5
2.1	Καταγραφή απαιτήσεων ΟΑΣΘ-ΛΙΝΚ.....	6
2.2	Προδιαγραφές συστήματος.....	7
2.3	Γενική Αρχιτεκτονική.....	8
2.4	Λογική Αρχιτεκτονικής Speed-O (Speed-O architecture rational)	10
3	Αποτύπωση υποσυστημάτων Speed-O.....	12
3.1	Υποσύστημα δικτύωσης (Network subsystem)	12
3.2	Υποσύστημα Αποθήκης (Repository subsystem)	13
3.3	Υποσύστημα Μοντέλου (Model subsystem):.....	13
3.4	Μήτρα παραγωγής συστήματος (System generator):	14

3.5	Μονάδα επίλυσης γραμμικού συστήματος (Linear system solver):.....	14
3.6	Υποσύστημα Ελέγχου (Control subsystem):	15
3.7	Υποσύστημα δομής δρόμων (Road structure subsystem - GIS)	15
4	Χειριστές δεδομένων Speed-0 (Data Handler)	16
4.1	Χειριστής εισερχόμενων δεδομένων (Incoming Data Handler).....	16
4.2	Χειριστής εξερχόμενων δεδομένων (Outgoing Data Handler):.....	16
4.3	Παραλήπτης/Αποκωδικοποιητής (Command receiver/decoder)	17
4.4	Χειριστής αποθήκης (Repository Controller)	18
4.5	Χειριστής εκκίνησης συστήματος (System initialization handler)	18
4.6	Παραμετροποιητής συστήματος (System configuration manager).....	19
4.7	Ελεγκτής ορθής λειτουργίας (System health manager).....	19
5	Δεδομένα εισόδου/επεξεργασίας.....	20
5.1	Δυνατότητες προσομοιωτή – μοντέλου κίνησης.....	20
5.2	Μεταβλητές προβλήματος.....	22
5.2.1	Μεταβλητές υψηλής συχνότητας	22
5.2.2	Μεταβλητές μέσης συχνότητας	24
5.2.3	Μεταβλητές Χαμηλής συχνότητας (Shapefiles)	26
5.2.4	Μεταβλητές γενικής φύσης	26
6	Εργαλείο υλοποίησης αλγοριθμικού μοντέλου	26
7	Στόχοι και προτάσεις φορέων έργου	27
7.1	Προτάσεις ΟΑΣΘ.....	27
7.2	Προτάσεις ΗΜΜΥ.....	27
7.3	Προτάσεις ΛΙΝΚ.....	27
8	Μεθοδολογία υλοποίησης λογισμικού μοντέλου κίνησης.....	27

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Ε.Ε.1.....	5
Πίνακας 2: Μεταβλητών υψηλής συχνότητας.....	24
Πίνακας 3: Μεταβλητών μέσης συχνότητας.....	25
Πίνακας 4: Μεταβλητών χαμηλής συχνότητας (one time data).....	26

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Έργου	9
Εικόνα 2:Διάγραμμα απεικόνισης επιμέρους στοιχείων Speed-O	12
Εικόνα 3: Υπόμνημα διαγράμματος αποσύνθεσης	12
Εικόνα 4: Διάγραμμα δυναμικής αλληλεπίδρασης διεργασιών / νημάτων.....	20
Εικόνα 5: Υπόμνημα διαγράμματος.....	20

1 Εισαγωγή

Οι στόχοι της ενότητας αυτής είναι η καταγραφή και αποτύπωση από τους συμμετέχοντες, όλων των κρίσιμων σημείων που συνθέτουν τις προδιαγραφές για την ομαλή υλοποίηση του έργου. Για την επίτευξη του στόχου αυτού η ενότητα εργασίας χωρίζεται σε 3 στάδια. Στο παραδοτέο που θα προκύψει από την ενότητα αυτή θα πραγματοποιείται καταγραφή της γενικής αρχιτεκτονικής του συνολικού συστήματος, η μεθοδολογία ανάπτυξης του αλγοριθμικού μοντέλου Speed-0, η ανάλυση των οντοτήτων του μοντέλου, η καταγραφή και αποτύπωση των δεδομένων επεξεργασίας, ο τρόπος διασύνδεσης των πληροφοριακών συστημάτων τηλεματικής του ΟΑΣΘ και βάσης δεδομένων επεξεργασίας του Speed-0 ενώ θα προσδιορισθούν τα ορόσημα των 3 πρώτων ενότητων που σχετίζονται με τη αποτελεσματική διασύνδεση των βάσεων και της μετάβασης από το ερευνητικό/πειραματικό στάδιο ανάπτυξης σε αυτή της ανάπτυξης του λογισμικού Speed-0 με σκοπό την ομαλή μετάβαση στις ενότητες εργασίας 4 & 5. Στον πίνακα βλέπουμε τα γενικά χαρακτηριστικά της ενότητας Ε.Ε.1. ενώ στη συνέχεια θα γίνει ανάλυση των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων.

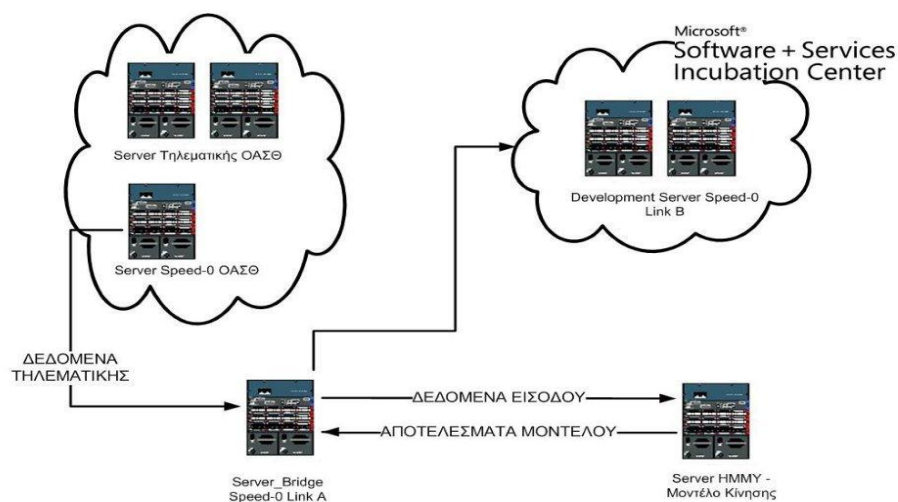
α/α ΕΕ	1	Μήνας Έναρξης	M1	Μήνας Λήξης	M3
Τίτλος ΕΕ	Προδιαγραφές Συστήματος				
Δραστηριότητες ΕΤΑ/ Είδος Έρευνας ή/και Λοιπές Δραστηριότητες	BIE				
Συντονιστής της ΕΕ	Λινκ Τεχνολογίες ΑΕ				
α/α Φορέα	1	2	3		
Συντομογραφία Φορέα	ΛΙΝΚ	ΗΜΜΥ	ΟΑΣΘ		
Προϋπολογισμός	5049	3608	1700		
Ανθρ/μήνες	2,5	1,5	1		

Πίνακας 1: Ε.Ε.1

2 Συνοπτική Περιγραφή Εργασιών

2.1 Καταγραφή απαιτήσεων ΟΑΣΘ-ΛΙΝΚ.

Το σύνολο του έργου, των παραδοτέων και των αποτελεσμάτων αυτού, καθώς και η εύρυθμη και παραγωγική συνεργασία μεταξύ των φορέων που θα συμμετέχουν στο έργο έγκειται στη σωστή και εμπεριστατωμένη καταγραφή των απαιτήσεων και του τρόπου λειτουργίας καθενός από τους συμμετέχοντες ξεχωριστά.. Πριν την έναρξη του έργου πραγματοποιήθηκε λεπτομερής καταγραφή της υφιστάμενης υποδομής καθώς και προσδιορίστηκε ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των δύο φορέων. Κατά την υποβολή της πρότασης είχε προβλεφθεί η αγορά και εγκατάσταση εξοπλισμού στους χώρους των συνεργαζόμενων φορέων (ΟΑΣΘ – ΛΙΝΚ – ΗΜΜΥ) ενώ για την επικοινωνία των υποδομών η Link και ο ΟΑΣΘ θα χρησιμοποιούσαν τις υφιστάμενες μισθωμένες γραμμές που διατηρούν. Η φυσική αρχιτεκτονική του έργου όπως αυτή απεικονίζεται στη παρακάτω εικόνα αποτυπώνει τον εξοπλισμό και τη χωροθέτηση του καθώς και τον τρόπο διασύνδεσης αυτού.



Στα πλαίσια υλοποίησης του έργου εγκαταστάθηκε ένας SERVER στον ΟΑΣΘ (Server Speed-0 ΟΑΣΘ) όπου γίνεται η λήψη των δεδομένων τηλεματικής από το Server Τηλεματική του ΟΑΣΘ. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται με την μορφή που λαμβάνονται από τη Τηλεματική χωρίς καμία επεξεργασία. Ο Server Bridge Speed-0 Link A εκτελεί το ρόλο της γέφυρας όπου θα εγκατασταθεί το λογισμικό που θα αγοραστεί στην ενότητα εργασίας 2 και ο ρόλος του είναι υποστηρίζει το συνολικό σύστημα (έλεγχος uptime), να αντλεί δεδομένα από τον Server Speed-0 ΟΑΣΘ, να τα επεξεργάζεται και να τα προωθεί προς τον

Server HMMY Μοντέλο Κίνησης και το Development Server Speed-O Link B. Ο Server HMMY Μοντέλο Κίνησης είναι ο Server που χρησιμοποιεί ο ερευνητικός φορέας για την ανάπτυξη του μοντέλου κίνησης ενώ ο Development Server Speed-O Link B για την ανάπτυξη των εφαρμογών των ενοτήτων 4 και 5. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα που προκύπτουν αποστέλλονται πίσω στο server-γέφυρα της Λινκ. Η συγκεκριμένη δομή επιλέχθηκε καθώς κρίθηκε ότι είναι η καταλληλότερη για να καλύψει όλες τις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου.

2.2 Προδιαγραφές συστήματος.

Οι προδιαγραφές των παραδοτέων που θα προκύψουν από το έργο θα προσδιορισθούν από τις αρχικές συναντήσεις που θα πραγματοποιηθούν μεταξύ των φορέων. Ως τελικά παραδοτέα του έργου ορίζονται το λογισμικό αποτύπωσης συγκοινωνιακής κίνησης με παράλληλη αποτύπωση της κίνησης των οχημάτων του ΟΑΣΘ, το οποίο θα παραλάβει ο ΟΑΣΘ, η web based εφαρμογή αποτύπωσης συγκοινωνιακής κίνησης που θα δημοσιευτεί στο web site του ΟΑΣΘ και η εφαρμογή για έξυπνα κινητά που θα προωθήσει στην αγορά η Λινκ. Ο ΟΑΣΘ με συμμετοχή συγκοινωνιολόγου θα καταγράψει τα προβλήματα που παρατηρούνται αυτή τη στιγμή σχετικά με την ενεργό κίνηση καθώς και θα προτείνει μεθόδους μελέτης δρόμων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (λεωφορείο-γραμμές, λαϊκές αγορές κ.α.). Επίσης θα πραγματοποιηθεί καταγραφή των λειτουργικών προδιαγραφών του λογισμικού που θα παραδοθεί στον ΟΑΣΘ. Από τη μεριά της η εταιρία Λινκ θα καταγράψει τις προδιαγραφές και τις μεθόδους υλοποίησης του μοντέλου σε συνεργασία με τον ερευνητικό φορέα που θα υλοποιήσει το έργο. Παράλληλα με τις προδιαγραφές θα πραγματοποιηθούν τα σενάρια χρήσης των εφαρμογών που θα συνδέονται με τα milestones και τα deadlines του έργου.

Περιγραφή Βασικών Λειτουργιών

Η εξόρυξη των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο κυκλοφοριακής κίνησης, θα γίνεται από το σύστημα τηλεματικής του ΟΑΣΘ ελαχιστοποιώντας την απαίτηση για τη λήψη πληροφοριών από τα συνήθη μετρητικά συστήματα (συστήματα επαγωγικών βρόγχων δρόμου) μεγάλου κόστους και συντήρησης. Με τη γέφυρα που θα δημιουργηθεί τα δεδομένα θα αποστέλλονται στη βάση δεδομένων του HMMY. Σε αυτό το σημείο τα δεδομένα θα χρησιμοποιούνται από το μοντέλο που θα αναπτύξει το HMMY. Αποτέλεσμα του μοντέλου θα είναι μια σειρά δυναμικών αποτελεσμάτων που η επεξεργασία και

αποτύπωσή τους πάνω σε γεωγραφικό σύστημα θα παρουσιάζει τη κίνηση στους δρόμους σε συνθήκες πραγματικού χρόνου.

Για την υλοποίηση του μοντέλου αυτού θα εργαστεί το τμήμα ΗΜΜΥ το οποίο θα αναπτύξει κατάλληλα εργαλεία επεξεργασίας σήματος σε πραγματικό χρόνο με την χρήση εξειδικευμένων τεχνικών αλγορίθμων με σκοπό την επίλυση ενός αραιού υπο-περιορισμένου γραμμικού συστήματος με μη αρνητικές τιμές μεταφέροντας τεχνογνωσία, σχετική με τις ερευνητικές δραστηριότητες του επιστημονικού υπεύθυνου στις ΗΠΑ, στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο και την εταιρία LINK.

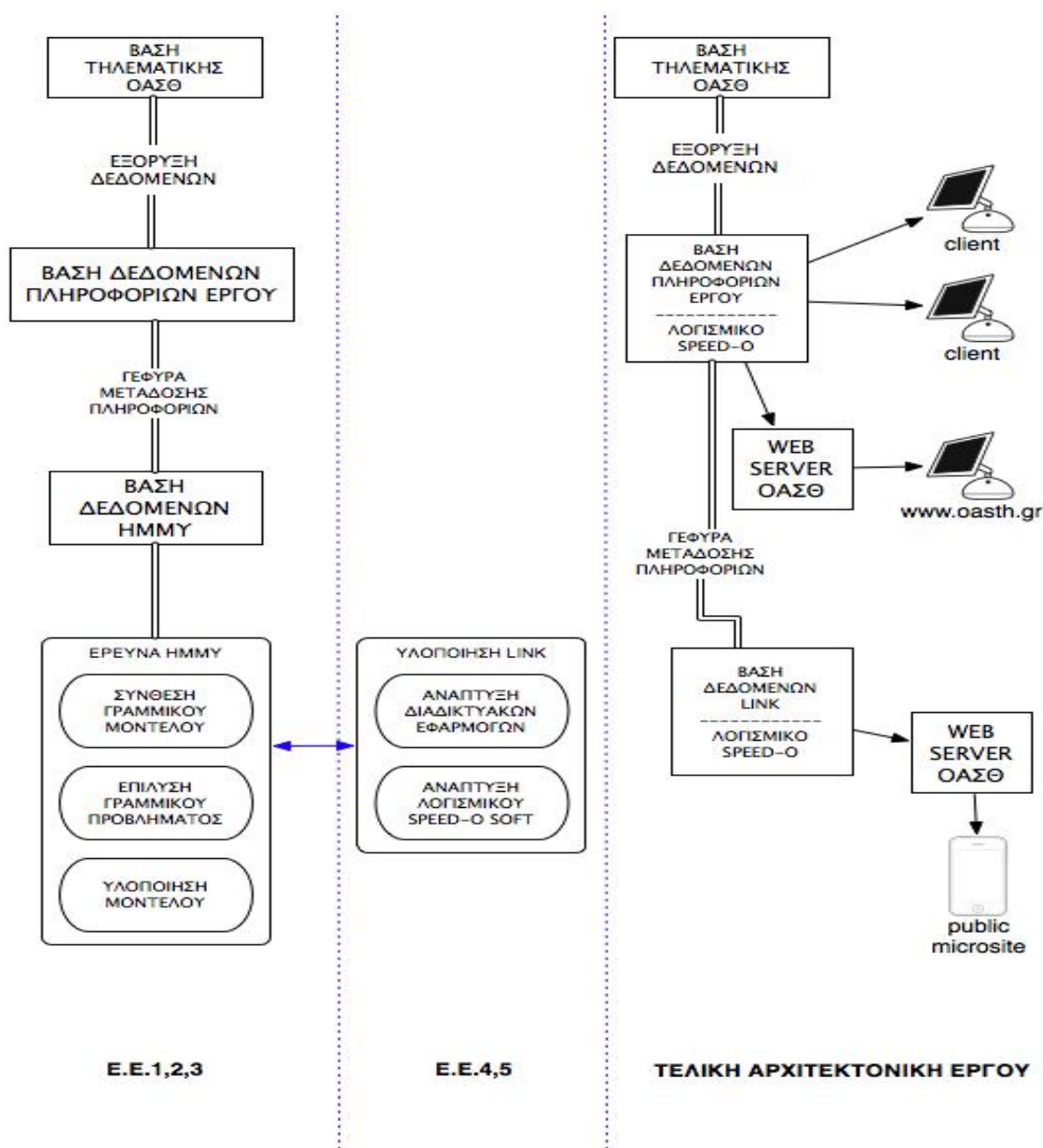
Τα λειτουργικά αποτελέσματα που θα προκύψουν από το έργο είναι

- ✓ Λογισμικό για τον ΟΑΣΘ . Με το λογισμικό αυτό οι συγκοινωνιολόγοι θα μπορούν να εξάγουν αποτελέσματα σχετικά με πιθανές αλλαγές(εισαγωγή λεωφορείο γραμμής, αλλαγή δρομολογίου οχήματος κτλ)
- ✓ Αναβάθμιση εφαρμογής «πως πάω που» του ΟΑΣΘ με δεδομένα κίνησης πραγματικού χρόνου.
- ✓ Ιστοσελίδα που αποτυπώνει τη κίνηση στους δρόμους σε Google maps με εισαγωγή εφαρμογής Search Engine Optimization
- ✓ Micro Site με διαχείριση περιεχομένου για όλα τα έξυπνα κινητά.

Απώτερος στόχος του ερευνητικού έργου είναι η εξυπηρέτηση και η βελτίωση της ποιότητας ζωής όλων των πολιτών αρχικώς της Θεσσαλονίκης και κατ' επέκταση όλων των πολεοδομικών συγκροτημάτων της χώρας.

2.3 Γενική Αρχιτεκτονική.

Η διαγραμματική αναπαράσταση του έργου περιλαμβάνει τα ενδιάμεσα στάδια και τις επιμέρους γεφυρώσεις που θα υλοποιηθούν για την εκτέλεση του έργου καθώς και της τελικής μορφής που θα έχει αυτή.



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Έργου

2.4 Αρχιτεκτονική Επικοινωνιών

Η μεταφορά δεδομένων πραγματικού χρόνου από ένα μεγάλο αριθμό οχημάτων αποτέλεσε ένα από τα βασικά προβλήματα κατά τον σχεδιασμό. Για να προβλεφθούν όλες τα πιθανά προβλήματα επιλέχθηκε να δοθούν από τον ΟΑΣΘ προς τους υπόλοιπους φορείς αρχεία με τηλεματικά δεδομένα ώστε να προσδιορισθεί με ακρίβεια ο τύπος και το είδος των δεδομένων που ενδιαφέρουν τον ερευνητικό φορέα καθώς και να προβλεφθούν όλες οι αστοχίες κατά την μεταφορά δεδομένων από τη γέφυρα που θα υλοποιηθεί από την Link. Στην ενότητα εργασίας 3 η επικοινωνία από τον ΟΑΣΘ προς το ΗΜΜΥ θα είναι μιας κατεύθυνσης ενώ στις ενότητες εργασίας 4 και 5 και στο τέλος του έργου η επικοινωνία θα είναι αμφίδρομη. Πολύ σημαντικό ρόλο θα έχει και η γέφυρα που θα υλοποιηθεί καθώς θα έχει ρόλο «εγγυητική» καλής λειτουργίας και μεταφοράς δεδομένων προς όλες τις κατευθύνσεις. Στις παρακάτω ενότητες περιγράφονται με λεπτομέρεια τα:

- ❖ Υποσυστήματα
- ❖ Χειριστές Δεδομένων
- ❖ Δεδομένα Εισόδου
- ❖ Μεταβλητές

που συνθέτουν και την αρχιτεκτονική επικοινωνιών.

2.5 Λογική Αρχιτεκτονικής Speed-O (Speed-O architecture rational)

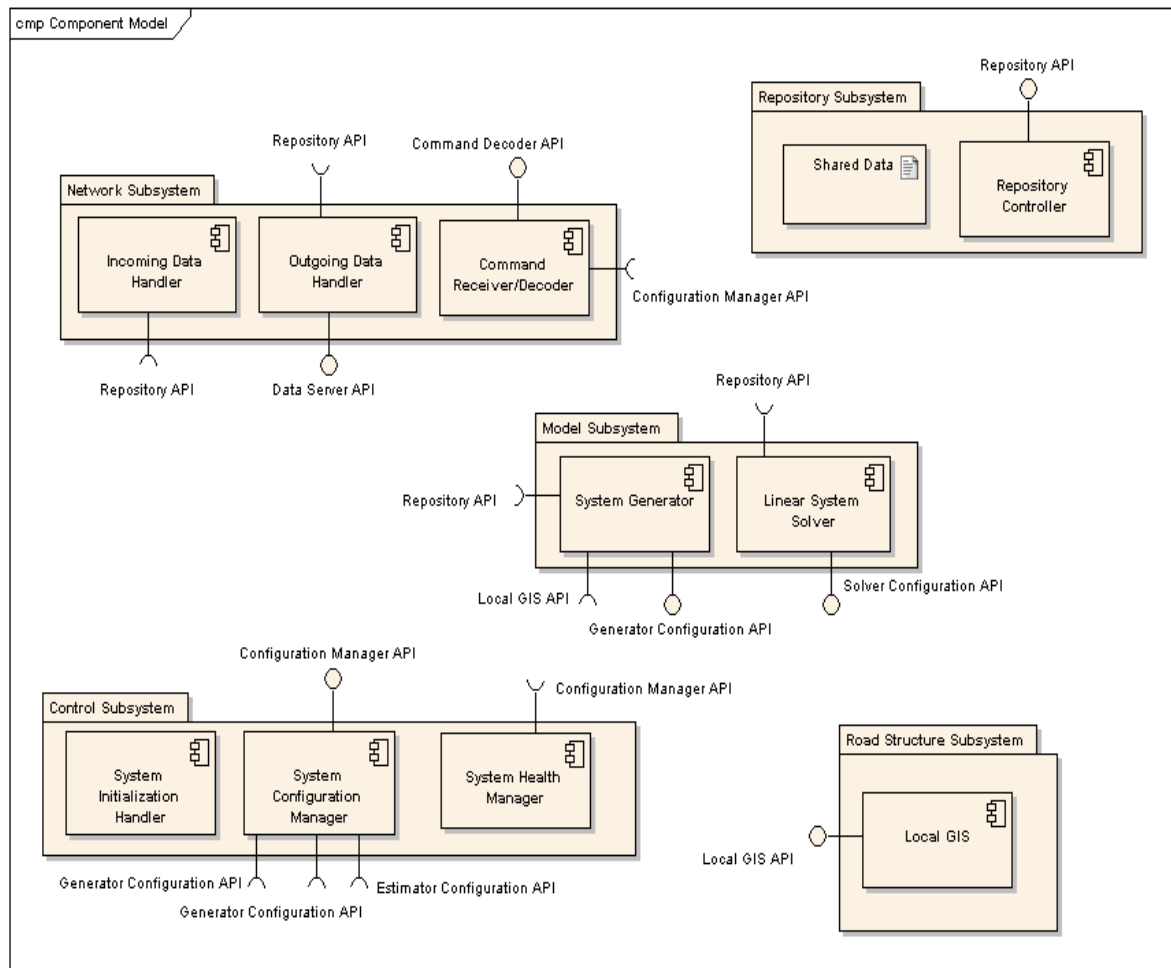
Η αρχιτεκτονική λογισμικού που περιγράφεται στο παρόν έγγραφο αφορά το σύστημα Speed-O και έχει καθοριστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί. Πρέπει να τονισθεί ότι λόγω της φύσης του έργου (ερευνητικού) και του αρχικού σταδίου στο οποίο βρίσκεται, υπάρχει πιθανότητα μεταβολής της αρχιτεκτονικής και της λογικής της.

Ο πυρήνας λειτουργικότητας του συστήματος Speed-O είναι η δυνατότητα αυτού να εκτιμά την τρέχουσα κυκλοφοριακή κατάσταση του πολεοδομικού συγκροτήματος με βάση τα δεδομένα τηλεμετρίας που λαμβάνει από τον ΟΑΣΘ. Το υποσύστημα μοντέλου παρέχει αυτή τη λειτουργικότητα χωρίζοντας την εκτίμηση σε δύο υπό-προβλήματα. Το ένα από αυτά είναι η δημιουργία γραμμικού συστήματος και το δεύτερο η επίλυση αυτού που αποτελεί και το παραγόμενο αποτέλεσμα του Speed-O. Επειδή είναι επιθυμητή η δυνατότητα χρήσης και εναλλαγής δυναμικά διαφόρων αλγορίθμων τόσο δημιουργίας

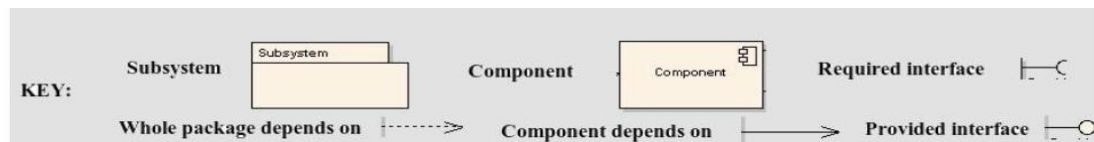
γραμμικού προβλήματος όσο και επίλυσης αυτού, οι δύο αυτές μονάδες του συστήματος θα κατασκευαστούν με βάση το σχεδιαστικό μοτίβο strategy. Η επιλογή αυτή παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα να δίνει λύσεις μεταβλητής ακρίβειας και με διαφορετική χρονική απόκριση ανάλογα με τις τρέχουσες απαιτήσεις καθώς και τη δυνατότητα μελλοντικής επέκτασής του με νέους αλγορίθμους που πιθανώς θα προκύψουν.

Προκειμένου οι παραπάνω μονάδες λογισμικού να είναι κατά το δυνατόν αποσυζευγμένες από τα δεδομένα τηλεμετρίας καθώς και από τις όποιες απαιτήσεις συγχρονισμού και ασφαλούς προσπέλασης τους (scored locking), το σύστημα Speed-O διαθέτει μια μονάδα λογισμικού αποθήκευσης η οποία ακολουθεί το σχεδιαστικό μοτίβο repository. Επιπλέον η μονάδα αυτή έχει δυνατότητες παραμετροποίησης σε περίπτωση που απαιτείται αλλαγή του τρόπου αποθήκευσης και ελέγχου προσπέλασης των κοινών δεδομένων του συστήματος. Το Speed-O διαθέτει επίσης ένα διακριτό υποσύστημα δικτύωσης. Με τον τρόπο αυτό αποσυνδέεται πλήρως ο τρόπος επικοινωνίας του συστήματος με άλλα εξωτερικά συστήματα από όλη την υπόλοιπη λειτουργικότητα αυτού. Συνεπώς ο τρόπος δικτύωσης του συστήματος μπορεί να μεταβληθεί χωρίς να επηρεάζεται το υπόλοιπο σύστημα. Το υποσύστημα δικτύωσης παρέχει επιπλέον δυνατότητες λήψης εντολών από εξωτερικά συστήματα / τερματικά προκειμένου να είναι εφικτή η παραμετροποίηση του συστήματος όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Τέλος, το συνολικό σύστημα ενεργοποιείται και ελέγχεται από το υποσύστημα ελέγχου. Αυτό είναι υπεύθυνο για την ορθή εκκίνηση όλων των μονάδων του συστήματος, για τον έλεγχο της παραμετροποίησης και μεταβολής της συμπεριφοράς του συστήματος όπως αναφέρθηκε παραπάνω καθώς και για το συστηματικό έλεγχο ορθής λειτουργίας των βασικών μονάδων του συστήματος. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να λάβει τη μορφή ελέγχου “heartbeat” ή κάποια άλλη που θα καθοριστεί στο μέλλον. Εάν ανιχνεύονται σφάλματα κατά τη διαδικασία αυτή το σύστημα θα τα καταγράφει σε μορφή που θα αποφασιστεί προκειμένου να είναι δυνατός ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος από εξωτερικούς χρήστες και διαχειριστές αυτού. Αναλυτικότερα οι μονάδες του συστήματος Speed-O καθώς και η λειτουργικότητα αυτών παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα UML και στην ανάλυσή τους που ακολουθεί. Κύρια όψη αποσύνθεσης του συστήματος Speed-O σε επιμέρους στοιχεία (modules)



Εικόνα 2:Διάγραμμα απεικόνισης επιμέρους στοιχείων Speed-O



Εικόνα 3: Υπόμνημα διαγράμματος αποσύνθεσης

3 Αποτύπωση υποσυστημάτων Speed-0

3.1 Υποσύστημα δικτύωσης (Network subsystem)

❖ Ιδιότητες υποσυστήματος δικτύωσης

Προσκομίζει τα δεδομένα από τον εξυπηρετητή (server) του ΟΑΣΘ και τα αποθηκεύει στο υποσύστημα αποθήκης (repository) σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία.

Παρέχει στα τερματικά που συνδέονται στο σύστημα τις απαιτούμενες πληροφορίες όπως αυτές προέκυψαν από το μοντέλο του συστήματος για την τρέχουσα κατάσταση της κίνησης στο πολεοδομικό συγκρότημα της πόλης.

Λαμβάνει, αποκωδικοποιεί και φροντίζει για την εκτέλεση εντολών προς το σύστημα (πχ μεταβολή παραμετρικοποίησης, αλλαγή συμπεριφοράς κτλ).

❖ **Συσχετίσεις υποσυστήματος δικτύωσης**

Το υποσύστημα δικτύωσης είναι τμήμα του συνολικού συστήματος Speed-O.

❖ **Διεπαφές υποσυστήματος δικτύωσης**

Το υποσύστημα αυτό παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή data sever API και τη διεπαφή Command decoder API όπως αυτές ορίζονται στα επιμέρους στοιχεία.

❖ **Συμπεριφορά υποσυστήματος δικτύωσης**

Η συμπεριφορά του συστήματος καταγράφεται στα αντίστοιχα πεδία που το αποτελούν.

3.2 Υποσύστημα Αποθήκης (Repository subsystem)

❖ **Ιδιότητες υποσυστήματος αποθήκης**

Το υποσύστημα αποθήκης δίνει στο σύστημα τη δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων τηλεμετρίας στην κατάλληλη μορφή προς επεξεργασία. Παράλληλα παρέχει προστατευμένη προσπέλαση στα κοινά δεδομένα με αυτόματο τρόπο .

❖ **Συσχετίσεις υποσυστήματος αποθήκης**

Το υποσύστημα αποθήκης είναι τμήμα του συνολικού συστήματος Speed-O.

❖ **Διεπαφές υποσυστήματος αποθήκης**

Το υποσύστημα παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Repository API.

❖ **Συμπεριφορά υποσυστήματος αποθήκης**

Το υποσύστημα αποθήκης παρέχει στις ρουτίνες προσπέλασής του προστασία από race conditions. Η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι το σχεδιαστικό μοτίβο scoped lock. Επίσης προκειμένου να διασφαλιστεί ότι υπάρχει μοναδικό “instance” καθολικά προσπελάσιμο από όλες τις μονάδες της εφαρμογής χρησιμοποιείται το σχεδιαστικό μοτίβο Singleton.

3.3 Υποσύστημα Μοντέλου (Model subsystem):

❖ **Ιδιότητες υποσυστήματος μοντέλου**

Το υποσύστημα μοντέλου παρέχει στο σύστημα όλη την απαιτούμενη λειτουργικότητα προκειμένου να είναι δυνατή η δημιουργία δυναμικά γραμμικού συστήματος προς επίλυση και στη συνέχεια η επίλυση αυτού που απεικονίζει την τρέχουσα κυκλοφοριακή κατάσταση του πολεοδομικού συγκροτήματος.

❖ **Συσχετίσεις υποσυστήματος μοντέλου**

Το υποσύστημα μοντέλου είναι τμήμα του συνολικού συστήματος Speed-O.

❖ **Διεπαφές υποσυστήματος μοντέλου**

Το υποσύστημα μοντέλου παρέχει στο σύστημα τις διεπαφές Generator Configuration API, Solver Configuration API.

❖ **Συμπεριφορά υποσυστήματος μοντέλου**

Η συμπεριφορά του υποσυστήματος μοντέλου περιγράφεται αναλυτικά στα στοιχεία που το συνθέτουν.

3.4 Μήτρα παραγωγής συστήματος (System generator):

❖ **Ιδιότητες μήτρας παραγωγής συστήματος**

Η μήτρα παραγωγής συστήματος παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα δυναμικής παραγωγής γραμμικού συστήματος προς επίλυση, ανάλογα με τα πλέον πρόσφατα δεδομένα τηλεμετρίας που έχει στη διάθεσή του το σύστημα.

❖ **Συσχετίσεις μήτρας παραγωγής συστήματος**

Η μονάδα μήτρας παραγωγής συστήματος ανήκει στο υποσύστημα μοντέλου.

❖ **Διεπαφές μήτρας παραγωγής συστήματος**

Η μήτρα παραγωγής συστήματος παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Generator Configurator API, η οποία πρέπει να καθοριστεί.

❖ **Συμπεριφορά μήτρας παραγωγής συστήματος**

Η μήτρα παραγωγής συστήματος ακολουθεί το σχεδιαστικό μοτίβο strategy προκειμένου να είναι εύκολη η εναλλαγή και χρήση διαφορετικών αλγορίθμων είτε προς πειραματισμό είτε επειδή κάποιος αλγόριθμος είναι πιο αποδοτικός υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

3.5 Μονάδα επίλυσης γραμμικού συστήματος (Linear system solver):

❖ **Ιδιότητες μονάδας επίλυσης γραμμικού συστήματος**

Η μονάδα επίλυσης γραμμικού συστήματος παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα επίλυσης γραμμικών συστημάτων .

❖ **Συσχετίσεις μονάδας επίλυσης γραμμικού συστήματος**

Η μονάδα επίλυσης γραμμικού συστήματος ανήκει στο υποσύστημα μοντέλου.

❖ **Διεπαφές μονάδας επίλυσης γραμμικού συστήματος**

Η μονάδα επίλυσης γραμμικού συστήματος παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Solver Configuration API, η οποία πρέπει να καθοριστεί.

❖ **Συμπεριφορά μονάδας επίλυσης γραμμικού συστήματος**

Η μονάδα επίλυσης γραμμικού συστήματος ακολουθεί το σχεδιαστικό μοτίβο strategy προκειμένου να είναι δυνατή η εύκολη εναλλαγή και χρήση μεταξύ αλγορίθμων επίλυσης γραμμικών συστημάτων είτε για λόγους πειραματισμού είτε επειδή κάποιος αλγόριθμος είναι πιο αποδοτικός υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

3.6 Υποσύστημα Ελέγχου (Control subsystem):

❖ **Ιδιότητες υποσυστήματος ελέγχου**

Το υποσύστημα ελέγχου είναι υπεύθυνο για την ορθή εκκίνηση του συνολικού συστήματος. Παρέχει παράλληλα στο σύστημα τις δυνατότητες παραμετροποίησης καθώς και συνεχούς ελέγχου της ομαλής λειτουργίας του.

❖ **Συσχετίσεις υποσυστήματος ελέγχου**

Το υποσύστημα ελέγχου είναι τμήμα του συνολικού συστήματος Speed-O.

❖ **Διεπαφές υποσυστήματος ελέγχου**

Το υποσύστημα ελέγχου παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Configuration Manager API.

❖ **Συμπεριφορά υποσυστήματος ελέγχου**

Η συμπεριφορά του υποσυστήματος αυτού περιγράφεται στα επιμέρους στοιχεία που το συνθέτουν.

3.7 Υποσύστημα δομής δρόμων (Road structure subsystem - GIS)

❖ **Ιδιότητες τοπικού GIS**

Το τοπικό σύστημα GIS παρέχει στο σύστημα υπηρεσίες αντιστοίχισης στίγματος με δρόμους του πολεοδομικού συγκροτήματος, καθώς και πληροφορίες για την τροχιά / αλληλουχία δρόμων που βρίσκονται ανάμεσα σε δύο γεωγραφικά στίγματα.

❖ **Συσχετίσεις τοπικού GIS**

Το τοπικό σύστημα GIS ανήκει στο υποσύστημα δομής δρόμων.

❖ **Διεπαφές τοπικού GIS**

Το τοπικό σύστημα GIS παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή local GIS API.

❖ **Συμπεριφορά τοπικού GIS**

Το τοπικό σύστημα GIS πρέπει να έχει τη δυνατότητα χρήσης τόσο εξωτερικών shapefiles όσο και της τοπικής δομής περιγραφής των δρόμων του πολεοδομικού συγκροτήματος που περιγράφεται σε επόμενη ενότητα του παρόντος εγγράφου.

4 Χειριστές δεδομένων Speed-0 (Data Handler)

4.1 Χειριστής εισερχόμενων δεδομένων (Incoming Data Handler)

❖ **Ιδιότητες χειριστή εισερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εισερχόμενων δεδομένων προσκομίζει τα δεδομένα προς επεξεργασία και τα αποθηκεύει στο υποσύστημα αποθήκης (repository) σε κατάλληλη μορφή προς επεξεργασία από τις υπόλοιπες μονάδες του συστήματος.

❖ **Συσχετίσεις χειριστή εισερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εισερχόμενων δεδομένων ανήκει στο υποσύστημα δικτύωσης.

❖ **Διεπαφές χειριστή εισερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εισερχόμενων δεδομένων δεν παρέχει κάποια διεπαφή στο σύστημα.

❖ **Συμπεριφορά χειριστή εισερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εισερχόμενων δεδομένων κατά την εκκίνησή του δημιουργεί ένα socket και επιχειρεί σύνδεση στη βάση δεδομένων όπου είναι καταχωρημένες οι πληροφορίες τηλεμετρίας των λεωφορείων. Περιοδικά προσκομίζει δεδομένα από τη βάση δεδομένων και τα αποθηκεύει στο υποσύστημα αποθήκης σε κατάλληλη προς επεξεργασία μορφή από τις υπόλοιπες μονάδες του συστήματος. Η περίοδος ανανέωσης δεδομένων από τη βάση δεδομένων πρέπει να καθοριστεί και να υπάρχει δυνατότητα μεταβολής της.

4.2 Χειριστής εξερχόμενων δεδομένων (Outgoing Data Handler):

❖ **Ιδιότητες χειριστή εξερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εξερχόμενων δεδομένων παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης στο σύστημα, άλλων εξωτερικών συστημάτων / τερματικών στα οποία ακολούθως στέλνει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τις πληροφορίες που προέκυψαν από το

μοντέλο σε σχέση με την τρέχουσα κυκλοφοριακή κατάσταση του πολεοδομικού συγκροτήματος.

❖ **Συσχετίσεις χειριστή εξερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εξερχόμενων δεδομένων ανήκει στο υποσύστημα δικτύωσης.

❖ **Διεπαφές χειριστή εξερχόμενων δεδομένων**

Ο χειριστής εξερχόμενων δεδομένων παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή data server API, η οποία θα πρέπει να καθοριστεί.

❖ **Συμπεριφορά χειριστή εξερχόμενων δεδομένων**

Με την εκκίνηση του, ο χειριστής εξερχόμενων δεδομένων δημιουργεί ένα socket όπου αναμένει αιτήσεις σύνδεσης, Η θύρα στην οποία αναμένει αιτήσεις σύνδεσης πρέπει να καθοριστεί. Τυπική αλληλεπίδραση του χειριστή εξερχόμενων δεδομένων με τα εξωτερικά συστήματα/ τερματικά είναι η ακόλουθη:

- ✓ Αναμονή για σύνδεση κάποιου τερματικού
- ✓ Αποδοχή σύνδεσης νέου τερματικού.
- ✓ Το τερματικό πληροφορεί το σύστημα σχετικά με τον τρόπο που επιθυμεί να λαμβάνει δεδομένα (πχ σε τακτά χρονικά διαστήματα, κατά απαίτηση).
- ✓ Περιοδική ή κατά απαίτηση αποστολή εκ μέρους του συστήματος των δεδομένων που ζητήθηκαν.

Ο χειριστής εξερχόμενων δεδομένων πρέπει να έχει δυνατότητες τροποποίησης του τρόπου αποστολής δεδομένων σε κάποιο τερματικό και την ακύρωση εγγραφής.

4.3 Παραλήπτης/Αποκωδικοποιητής (Command receiver/decoder)

❖ **Ιδιότητες παραλήπτη/αποκωδικοποιητή εντολών**

Ο παραλήπτης και αποκωδικοποιητής εντολών παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα λήψης εντολών από τερματικά που συνδέονται σε αυτό και φροντίζει για την εκτέλεσή τους από το σύστημα.

❖ **Συσχετίσεις παραλήπτη/αποκωδικοποιητή εντολών**

Ο παραλήπτης και αποκωδικοποιητής εντολών ανήκει στο υποσύστημα δικτύωσης.

❖ **Διεπαφές παραλήπτη/αποκωδικοποιητή εντολών**

Ο παραλήπτης και αποκωδικοποιητής εντολών παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Command decoder API η οποία θα πρέπει να καθοριστεί.

❖ **Συμπεριφορά παραλήπτη/αποκωδικοποιητή εντολών**

Ο παραλήπτης και αποκωδικοποιητής εντολών κατά την εκκίνησή του δημιουργεί μια ουρά αναμονής συνδέσεων (listening queue) και αναμένει συνδέσεις τερματικών. Με τη λήψη κάθε νέας εντολής οφείλει να ελέγχει την ορθότητα αυτής. Εφόσον είναι ορθή φροντίζει για την εκτέλεσή της, διαφορετικά καταγράφει το γεγονός με τρόπο που πρέπει να καθοριστεί.

4.4 Χειριστής αποθήκης (Repository Controller)

❖ **Ιδιότητες χειριστή αποθήκης**

Ο χειριστής αποθήκης παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα παραμετροποίησης και αλλαγής της συμπεριφοράς της αποθήκης (repository).

❖ **Συσχετίσεις χειριστή αποθήκης**

Ο χειριστής αποθήκης ανήκει στο υποσύστημα αποθήκης.

❖ **Διεπαφές χειριστή αποθήκης**

Ο χειριστής αποθήκης παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Repository API.

❖ **Συμπεριφορά χειριστή αποθήκης**

Ο χειριστής αποθήκης με την εκκίνησή του παρέχει στο συνολικό σύστημα τις υπηρεσίες προσπέλασης στην αποθήκη του συστήματος με πολύ αφαιρετικό τρόπο (high level) αποκρύπτοντας λεπτομέρειες συγχρονισμού από τις υπόλοιπες μονάδες λογισμικού. Προκειμένου να είναι εφικτή η αλλαγή συμπεριφοράς της αποθήκης, ο ελεγκτής ακολουθεί το μοτίβο σχεδίασης strategy.

4.5 Χειριστής εκκίνησης συστήματος (System initialization handler)

❖ **Ιδιότητες χειριστή εκκίνησης συστήματος**

Ο χειριστής εκκίνησης συστήματος είναι υπεύθυνος για την ορθή εκκίνηση του συστήματος εκ του μηδενός .

❖ **Συσχετίσεις χειριστή εκκίνησης συστήματος**

Ο χειριστής εκκίνησης συστήματος ανήκει στο υποσύστημα ελέγχου.

❖ **Διεπαφές χειριστή εκκίνησης συστήματος**

Ο χειριστής εκκίνησης δεν παρέχει στο σύστημα κάποια διεπαφή.

❖ **Συμπεριφορά χειριστή εκκίνησης συστήματος**

Ο χειριστής εκκίνησης εκκινεί όλες τις μονάδες του συστήματος Speed-O. Σε περίπτωση αποτυχίας ομαλής εκκίνησης το γεγονός πρέπει να καταγράφεται με τρόπο που θα καθοριστεί στο μέλλον.

4.6 Παραμετροποιητής συστήματος (System configuration manager)

❖ Ιδιότητες παραμετροποιητή συστήματος

Ο παραμετροποιητής συστήματος παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα δυναμικής αλλαγής της συμπεριφοράς διάφορων μονάδων λογισμικού του.

❖ Συσχετίσεις παραμετροποιητή συστήματος

Ο παραμετροποιητής συστήματος ανήκει στο υποσύστημα ελέγχου.

❖ Διεπαφές παραμετροποιητή συστήματος

Ο παραμετροποιητής συστήματος παρέχει στο σύστημα τη διεπαφή Configuration Manager API.

❖ Συμπεριφορά παραμετροποιητή συστήματος

Ο παραμετροποιητής συστήματος μετά την εκκίνησή του αναμένει εντολές αλλαγής συμπεριφοράς διάφορων μονάδων του συστήματος Speed-O. Με την έλευση εντολής αλλαγής συμπεριφοράς ο παραμετροποιητής σταματά τη λειτουργία των μονάδων που απαιτήθηκε και τις επαναξεκινά σύμφωνα με τη νέα επιθυμητή συμπεριφορά τους (πχ αλλαγή αλγορίθμου σε κάποια μονάδα του συστήματος).

4.7 Ελεγκτής ορθής λειτουργίας (System health manager)

❖ Ιδιότητες ελεγκτή ορθής λειτουργίας

Ο ελεγκτής ορθής λειτουργίας είναι υπεύθυνος να ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα την ομαλή λειτουργία του συνολικού συστήματος.

❖ Συσχετίσεις ελεγκτή ορθής λειτουργίας

Ο ελεγκτής ορθής λειτουργίας ανήκει στο υποσύστημα ελέγχου.

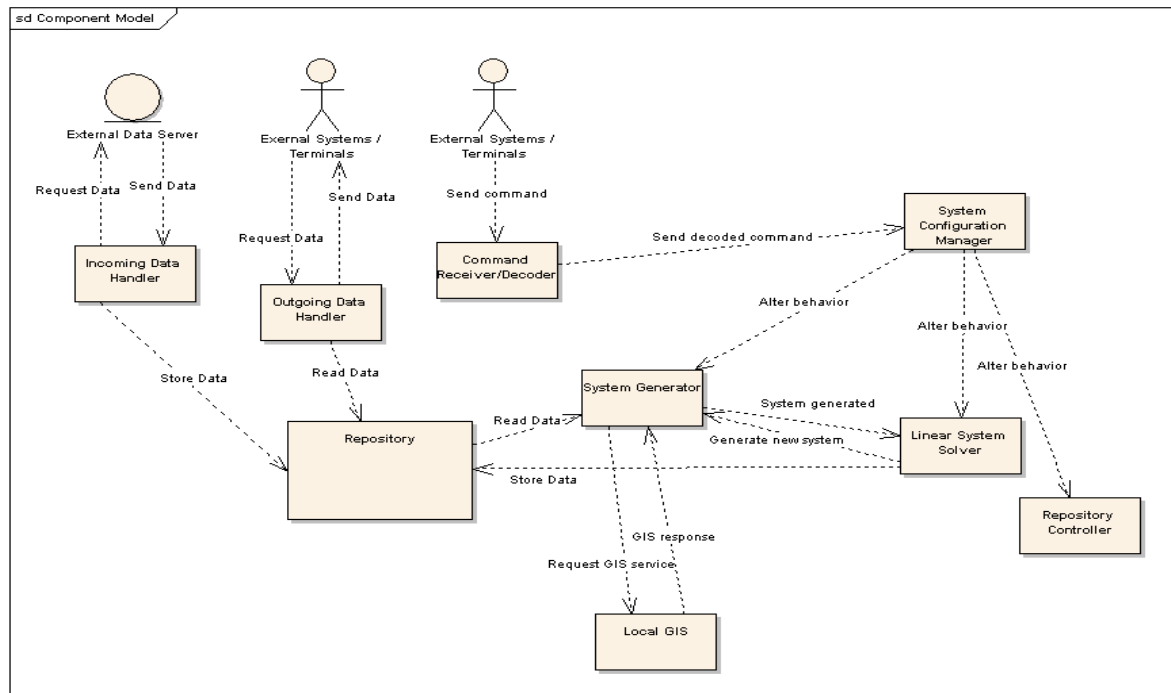
❖ Διεπαφές ελεγκτή ορθής λειτουργίας

Ο ελεγκτής ορθής λειτουργίας δεν παρέχει κάποια διεπαφή στο σύστημα.

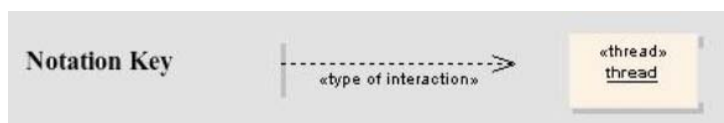
❖ Συμπεριφορά ελεγκτή ορθής λειτουργίας

Ο ελεγκτής ορθής λειτουργίας με την εκκίνησή του ελέγχει την ορθή λειτουργία των μονάδων του συστήματος (με τρόπο που πρέπει να καθοριστεί). Σε περίπτωση ανίχνευσης σφάλματος σε κάποια μονάδα λογισμικού πρέπει να καταγράφει το γεγονός (σύμφωνα με τρόπο που θα καθοριστεί) και να αναλαμβάνει δράση επιδιόρθωσης αν είναι δυνατό (σύμφωνα με τρόπο που θα καθοριστεί).

Διάγραμμα δυναμικής αλληλεπίδρασης διεργασιών / νημάτων (communicating processes / threads view) :



Εικόνα 4: Διάγραμμα δυναμικής αλληλεπίδρασης διεργασιών / νημάτων



Εικόνα 5: Υπόμνημα διαγράμματος

Όλες οι παραπάνω μονάδες λογισμικού έχουν ένα προς ένα αντιστοιχία με τις μονάδες του διαγράμματος αποσύνθεσης σε επιμέρους στοιχεία. Το παραπάνω διάγραμμα απεικονίζει τις επικοινωνίες που λαμβάνουν χώρα εντός του συστήματος καθώς και με άλλα εξωτερικά συστήματα . Είναι μια απεικόνιση του συστήματος σε λειτουργία και του τρόπου που αλληλεπιδρούν όλες οι οντότητες λογισμικού μεταξύ τους.

5 Δεδομένα εισόδου/επεξεργασίας

5.1 Δυνατότητες προσομοιωτή – μοντέλου κίνησης

Αναλυτικότερα, τα παραπάνω υποσυστήματα Model (System Generator και Linear System Solver) και Road Structure (Local GIS), θα σχεδιαστούν και θα υλοποιηθούν με μια δομή δεδομένων και τις σχετικές αφαιρετικές ρουτίνες για την ανάγνωση, εγγραφή, και σύνθεση

προβλημάτων προς επίλυση για την εξόρυξη πληροφορίας ταχύτητας κίνησης στην πόλη. Οι ιδιότητες που θα έχει αυτή η δομή είναι:

- ❖ Αντιστοίχιση γεωγραφικού στίγματος σε τμήμα δρόμου με ιεραρχική ανάλυση
- ❖ Αντιστοίχιση τμήματος δρόμου και λεωφορειακών διαδρομών
- ❖ Εύρεση οδικής απόστασης μεταξύ δύο σημείων της ίδιας διαδρομής, δηλαδή η απόσταση που θα πρέπει να διανυθεί επί της διαδρομής
- ❖ Εξαγωγή των δεδομένων σε διαφορετικές μορφές για να βοηθήσει στην απασφαλμάτωση

Ως τμήμα δρόμου ορίζουμε τη δομή που περιέχει την ονομασία οδού, συντεταγμένες κόμβων, πολύγωνα που ορίζουν τα όρια και την κατεύθυνση του, και άλλη επιπλέον μετα-πληροφορία όπως, αποκλειστική λεωφορείο-λωρίδα, αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, ύπαρξη στάσης, διασταύρωσης, σηματοδότησης κλπ. Διαφορετικά τμήματα διαφορετικών δρόμων μπορούν να συμπίπτουν στο επίπεδο (πχ διασταύρωση). Προσδιορίζουμε στροφές και καμπύλες ιεραρχικά για να επιτύχουμε αναπαράσταση σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας. Η δομή αυτή θα συγκρατεί την πληροφορία της κυκλοφοριακής συμφόρησης όπως θα φαίνεται έπειτα από την επεξεργασία των εισερχόμενων δεδομένων. Η σχεδιαζόμενη δομή θα μπορεί να αντικαταστήσει λειτουργικά την ύπαρξη ενός component GIS που χρησιμοποιείται συνήθως σε αυτές τις περιπτώσεις. Μάλιστα το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να διασταυρώσει την ακρίβεια της αποτύπωσης του οδικού δικτύου μέσω σύνδεσης με σύστημα επεξεργασίας αρχείων γεωμορφοποίησης (shapefiles). Το σχεδιαζόμενο σύστημα θα έχει τη δυνατότητα που περιγράφεται μέσω της επεξεργασίας ιστορικών δεδομένων στιγμάτων διαδρομών. Η τελική δομή θα εμφανίζει υψηλό επίπεδο παραμετροποίησης ώστε το υποσύστημα που θα τη χρησιμοποιεί να μπορεί να εκμεταλλευτεί στο μέγιστο τις ιδιομορφίες και τα πλεονεκτήματα που θα μπορούν να προκύψουν από τις διάφορες μορφές των εσωτερικών οντοτήτων που θα συνθέτουν την απεικόνιση αυτή.

Το μοντέλο κίνησης θα παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής/καταχώρησης της πληροφορίας κίνησης του ΟΑΣΘ σε ευέλικτες δομές δεδομένων εισόδου και εξόδου. Οι δομές δεδομένων θα ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο και θα επιτρέπουν την παραγωγή των επιμέρους δεδομένων που θα χρειάζονται για την εξόρυξη αλλά και την καταγραφή των διαφορετικών μορφών πληροφορίας. Οι δομές εξόδου θα μπορούν να παρουσιάζουν τα αποτελέσματα σε διαφορετικά επίπεδα ευκρίνειας.

Η δομή δεδομένων θα επιτρέπει την εύκολη ανεύρεση διαδοχικών στιγμάτων του ίδιου λεωφορείου καθώς και διαδοχικών στιγμάτων διαφορετικών λεωφορείων στο ίδιο τμήμα του δρόμου. Τα δεδομένα αυτά θα μπορούν να ανασυνταχτούν σε διαφορετικές μορφές κατάλληλες για περαιτέρω επεξεργασία υψηλής αποδοτικότητας.

Οι προδιαγραφές των δομών δεδομένων θα προσδιοριστούν μέχρι τα μέσα Μαΐου και αμέσως μετά θα ακολουθήσουν οι πρώτες υλοποιήσεις του λογισμικού πρόσβασης και επίλυσης. Τα δεδομένα που θα διατεθούν από τον Οργανισμό Αστικών Μεταφορών Θεσσαλονίκης που προέρχονται από το σύστημα τηλεματικής αυτά που φαίνονται στους παρακάτω πίνακες με τις αντίστοιχες περιγραφές.

5.2 Μεταβλητές προβλήματος

5.2.1 Μεταβλητές υψηλής συχνότητας

5.2.1.1 *BusId*

Η μεταβλητή αυτή περιέχει την ονομασία της συγκεκριμένης γραμμής όπως φαίνεται στις βάσεις της τηλεματικής. Προσοχή, το busid δεν περιγράφει τις γραμμές όπως τις εννοούμε ως επιβάτες (3 Α.Σ. Θεσσαλονίκης- Ν.Σ.Σταθμός) αλλά είναι ένας ακέραιος που περιγράφει μοναδικά την πηγή των στιγμάτων που αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο λεωφορείο. βλ. παρακάτω πίνακα μεταβλητών μέσης συχνότητας.

5.2.1.2 *Longitude*

Η μεταβλητή αυτή περιέχει την πληροφορία του γεωγραφικού μήκους όπως εκπέμπεται από το πομπό τηλεματικής που βρίσκεται εγκατεστημένος σε κάθε λεωφορείο που θα συμμετέχει στο σύστημα. Είναι μια μεταβλητή υψηλής ακρίβειας ικανή να περιγράψει οποιοδήποτε βαθμό λεπτομέρειας προσδίδει στο σήμα ο πομπός. Η μεταβλητή αυτή σε ζεύγος με τη μεταβλητή latitude, σχηματίζουν το γεωγραφικό στίγμα του λεωφορείου που μας δίνει μια σαφή θέση του στο χάρτη.

5.2.1.3 *Latitude*

Η μεταβλητή αυτή περιέχει την πληροφορία του γεωγραφικού πλάτους όπως εκπέμπεται από τον πομπό τηλεματικής που βρίσκεται εγκατεστημένος σε κάθε λεωφορείο που θα

συμμετέχει στο σύστημα. Είναι μια μεταβλητή υψηλής ακρίβειας ικανή να περιγράψει οποιοδήποτε βαθμό λεπτομέρειας προσδίδει στο σήμα ο πομπός. Η μεταβλητή αυτή σε ζεύγος με τη μεταβλητή longitude, σχηματίζουν το γεωγραφικό στίγμα του λεωφορείου που μας δίνει μια σαφή θέση του στο χάρτη.

5.2.1.4 InstantSpeed

Η μεταβλητή αυτή περιέχει την πληροφορία της στιγμιαίας ταχύτητας σε Km/h όπως υπολογίζεται από τη συσκευή τηλεματικής που βρίσκεται εγκατεστημένη σε κάθε λεωφορείο που θα συμμετέχει στο σύστημα. Πρόκειται για μια μεταβλητή κινητής υποδιαστολής, υψηλής ακρίβειας.

5.2.1.5 MeanSpeed

Η μεταβλητή αυτή περιέχει την πληροφορία της μέσης ταχύτητας σε Km/h όπως υπολογίζεται από τη συσκευή τηλεματικής που βρίσκεται εγκατεστημένη σε κάθε λεωφορείο που θα συμμετέχει στο σύστημα. Πρόκειται για μια μεταβλητή κινητής υποδιαστολής υψηλής ακρίβειας.

Το παραπάνω σύνολο μεταβλητών θα αποτελεί το ελάχιστο σύνολο δεδομένων που θα αποστέλλονται σαν μονάδα και θα περιγράφουν την κατάσταση ενός από τα συμμετέχοντα λεωφορεία. Η πεντάδα των παραπάνω δεδομένων θα αποτελεί από εδώ και στο εξής το θεμελιώδες πακέτο δεδομένων. Όλα τα πακέτα δεδομένων θεωρείται ότι έχουν τη μέγιστη συχνότητα ανανέωσης, μιας και είναι τα κυρίως δεδομένα εισόδου στο σύστημα. Κατά μέσο όρο τα συστήματα τηλεματικής παράγουν ένα θεμελιώδες πακέτο δεδομένων ανά 10'' ή στατιστικά ανά 50m. Εάν αναλογιστούμε το πλήρες δίκτυο των λεωφορειών που φέρουν συσκευές τηλεματικής και την αρχιτεκτονική client-server που δέχεται σε πρωτογενές επίπεδο τα δεδομένα, μπορούμε να υπολογίσουμε πως η τηλεπικοινωνιακή κίνηση για αυτού του είδους τα δεδομένα είναι αρκετά υψηλή. Αυτός είναι ένας από τους στόχους του συστήματος, η πετυχημένη επεξεργασία των δεδομένων σε ρυθμό που θα μπορεί να ανταπεξέρχεται το ρυθμό εισόδου, ώστε να μην έχουμε φαινόμενα υπερχειλίσης και απόρριψης δεδομένων.

α/α	Ονομασία	Τύπος	Παράδειγμα
-----	----------	-------	------------

1.	busId	Integer	12331
2.	Longitude	Double	43.313173
3.	Latitude	Double	28.312413
4.	instantSpeed	Double	20.32 Km/h
5.	meanSpeed	Double	42.41 Km/h

Πίνακας 2: Μεταβλητών υψηλής συχνότητας

5.2.2 Μεταβλητές μέσης συχνότητας

5.2.2.1 busIdToRoutes

Ο πίνακας αυτός περιέχει πληροφορία υψηλότερου επιπέδου σε σχέση με την αντιστοίχιση των busId όπως τα είδαμε στην προηγούμενη ενότητα με την ονομασία των διαδρομών, όπως τις κατανοούμε σε υψηλότερο επίπεδο ως επιβάτες και όχι όπως φαίνονται στις βάσεις της τηλεματικής. Θα υπάρχει δηλαδή αντιστοίχιση κωδικών με πληροφορία της μορφής “3 ΑΣ. Θεσσαλονίκης - Ν.Σ.Σταθμός Θεσσαλονίκης”. Η αντιστοίχιση αυτή μπορεί να βοηθήσει στο επίπεδο της μετα-επεξεργασίας όπου η λογική ενός προκαθορισμένου δρομολογίου υπάρχει στην περιγραφή υψηλού επιπέδου ενώ δεν υπάρχει στην απλή αναφορά στους εσωτερικούς κωδικούς. Ο πίνακας αυτός πρέπει να ανανεώνεται κάθε φορά που υπάρχει διαφοροποίηση από την προηγούμενη γνωστή κατάσταση. Για λόγους ακεραιότητας δεδομένων πρέπει είτε να συμφωνηθεί πολιτική συγχρονισμού είτε να υπάρχει αυτοματοποιημένη ανανέωση.

5.2.2.2 busStopId

Η μεταβλητή αυτή είναι ένας ακέραιος που περιέχει την εσωτερική ονομασία της συγκεκριμένης στάσης στις βάσεις του ΟΑΣΘ.

5.2.2.3 busStops

Ο πίνακας αυτός περιέχει πληροφορία σε σχέση με τη γεωγραφική θέση των στάσεων. Συμπεριλαμβάνει και την κωδικοποίηση των στάσεων στο εσωτερικό id που έχουν στις βάσεις του ΟΑΣΘ καθώς και ένα ζεύγος γεωγραφικών σιγμάτων που περιέχουν το NW καθώς και το SE άκρο του γεωγραφικού πολυγώνου που περιγράφει καλύτερα τη θέση της στάσης στο χάρτη. Αυτός ο πίνακας πρέπει να ανανεώνεται κάθε φορά που προστίθεται ή καταργείται μια στάση.

5.2.2.4 busStopsToId

Ο πίνακας αυτός περιέχει πληροφορίες σε σχέση με το κατά πόσο ποιές στάσεις ανήκουν στο σύνολο των στάσεων που θα ακολουθήσει το λεωφορείο με το συγκεκριμένο busId.

α/α	Ονομασία	Τύπος	Πεδία	Παράδειγμα
1.	busIdToRoutes	integer array Nx2	busId – busRoute	12331 – 3 13124 - 10 3241 – 39
2.	busStopId	integer	N/a	888
3.	busStops	array	busStopId - latitudeNW - longitudeNW - latitudeSE - longitudeSE	888 - lat1 - lon1 - lat2 - lon2 882 - lat3 - lon3 - lat3 - lon3
4.	busStopsTold	integer array Mx2	busStopId – busId	888 - 12331 882 - 13124

Πίνακας 3: Μεταβλητών μέσης συχνότητας

5.2.3 Μεταβλητές Χαμηλής συχνότητας (Shapefiles)

Τα γεωγραφικά δεδομένα είναι απαραίτητα καθώς προσφέρουν πληροφορίες για τους δρόμους της πόλης, τις διασταυρώσεις, τα φανάρια και άλλες χρήσιμες μετα-πληροφορίες για τη γεωγραφική μορφολογία του προς ανάλυση χώρου. Παρόλο που το σύστημα θα είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει ιστορικά δεδομένα για παραγωγή πληροφοριών, αυτές θα είναι μόνο σε σχέση με τα καταγεγραμμένα δρομολόγια και δεν θα έχουν δυνατότητα επέκτασης. Ένας μη καταγεγραμμένος δρόμος πρέπει να συμπληρώνεται από ένα σύστημα GIS ώστε να είμαστε σίγουροι από άποψη ακεραιότητας.

α/α	Ονομασία	Τύπος	Παράδειγμα
1.	Shapefiles Θεσσαλονίκης	Shapefile	N/a
2.	Θέση φαναριών Θεσσαλονίκης	Shapefile	N/a

Πίνακας 4: Μεταβλητών χαμηλής συχνότητας (one time data)

5.2.4 Μεταβλητές γενικής φύσης

Συγκεκριμένες προγραμματισμένες χρονικές διαφοροποιήσεις διαδρομής π.χ. λαϊκές αγορές (ημέρες και ώρες λειτουργίας τους, οδικό δίκτυο που επηρεάζεται κλπ.), θερινά – χειμερινά ωράρια λειτουργίας κλπ.

Ειδικές συνθήκες κίνησης λεωφορείου π.χ. κίνηση σε λεωφορειολωρίδα

6 Εργαλείο υλοποίησης αλγοριθμικού μοντέλου

Η υλοποίηση θα γίνει σε περιβάλλον MATLAB διότι αυτό προσφέρει προγραμματισμό σε πολύ υψηλό επίπεδο, πρόσβαση σε υψηλής αποδοτικότητας βιβλιοθήκες επίλυσης γραμμικών συστημάτων, ευέλικτες δομές δεδομένων, αυτόματη ανασυγκρότηση και ανακύκλωση μνήμης, εύκολη επικοινωνία με άλλα περιβάλλοντα προγραμματισμού και εύκολο προγραμματισμό λειτουργιών για εικονική αναπαράσταση και χειρισμό (visualization and graphical user interfaces).

7 Στόχοι και προτάσεις φορέων έργου

7.1 Προτάσεις ΟΑΣΘ

Λαμβάνοντας υπόψη την επισκεψιμότητα της ιστοσελίδας του Οργανισμού καθώς επίσης και της εφαρμογής πληροφόρησης επιβατικού κοινού μέσω έξυπνου κινητού θα γίνει αναβάθμιση της εφαρμογής «πως πάω που» του ΟΑΣΘ με δεδομένα κυκλοφορίας πραγματικού χρόνου. Παράλληλα, η επιλογή στην ιστοσελίδα θα αποτυπώνει τη κυκλοφορία στους δρόμους σε Google maps, ενώ αντίστοιχες με τις προτεινόμενες αλλαγές θα πραγματοποιηθούν και στο m.oasth.gr.

7.2 Προτάσεις ΗΜΜΥ

Θα να γίνει βραχυχρόνια πρόβλεψη (πχ 10 λεπτών) με νευρωνικά δίκτυα της μελλοντικής κυκλοφοριακής κατάστασης της πόλης. Θα επιλέγεται ένας δρόμος , ή μια αλληλουχία δρόμων για τους οποίους θα κάνουμε πρόβλεψη (αν όχι το σύνολο του πολεοδομικού συγκροτήματος). Ως είσοδος θα θεωρείται η κίνηση στους γειτονικούς δρόμους την παρούσα στιγμή , η κίνηση στους ζητούμενους δρόμους, η χρονική πληροφορία (εποχή , μήνας , μέρα , ώρα) σε περίπτωση που επηρεάζουν την κίνηση καθώς και οι πληροφορίες για τον καιρό (βροχή/καύσωνας κτλ) .

7.3 Προτάσεις ΛΙΝΚ

Η εύκολη παραμετροποίηση και προσαρμοστικότητα του αλγορίθμου δρομολόγησης και σε παρόμοια πεδία εφαρμογής είναι μια από τις βασικές προτάσεις της Λινκ. Έχοντας υλοποιημένα αντίστοιχα έργα σε Ελλάδα και Εξωτερικό στόχος της Λινκ είναι, σε συνεργασία με τον ερευνητικό φορέα, να ενσωματώσουν το αλγοριθμικό μοντέλο στις περιοχές εφαρμογής.

8 Μεθοδολογία υλοποίησης λογισμικού μοντέλου κίνησης

Η λογική ανάπτυξης του συνολικού συστήματος Speed-O πιθανώς θα είναι η λογική του incremental building . Δηλαδή αρχικώς δημιουργείται ένα “κενό” σύστημα (ghost system) που όμως περιέχει τις οντότητες λογισμικού που φαίνονται στα διαγράμματα αρχιτεκτονικής (μη λειτουργικές - κενές). Ακολούθως με μια επιθυμητή αλληλουχία

κατασκευάζονται, ελέγχονται, αποσφαλματώνονται (unit testing) και προστίθενται μία- μία όλες οι οντότητες λογισμικού. Κάθε φορά που προστίθεται μια νέα οντότητα γίνεται εκτενής έλεγχος ορθής λειτουργίας (όπως περιγράφεται παρακάτω) τόσο της ίδιας εντός του συστήματος, όσο και όλων των υπόλοιπων οντοτήτων που ήδη έχουν κατασκευαστεί και ενσωματωθεί στο σύστημα. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι όλες οι οντότητες-μονάδες λογισμικού του συστήματος ενσωματωθούν και λειτουργούν εύρυθμα.

Η διαδικασία ανάπτυξης του έργου θα ενσωματωθεί σε μια εγγενή επαναληπτική διαδικασία ελέγχων και αποσφαλμάτωσης. Σε κάθε λήξη περιόδου ανάπτυξης, το λογισμικό περνάει εκτενείς ελέγχους που διαπιστώνουν την ορθότητα των προστιθέμενων αλλαγών με βάση τις προηγούμενες γνωστές ορθές αποκρίσεις σε προβλήματα των οποίων η λύσεις είναι εκ των προτέρων γνωστές (test bed benchmarking). Η έκταση των ελέγχων έχει συγκεκριμένες στάθμες που ανταποκρίνονται σε χρονικά περιθώρια 1) άμεσο (μετά από κάθε αλλαγή), 2) ημέρας (τρέχει 10-12 ώρες), 3) εβδομαδιαίο (τρέχει 24-36 ώρες), πριν από το release.

Η ανάπτυξη του έργου θα ακολουθήσει μια σαφή πορεία versioning με την υποστήριξη από τις κατάλληλες πλατφόρμες για σαφή παρακολούθηση της εξέλιξης των προστιθέμενων λειτουργιών. Μάλιστα, θα υπάρχει διαδικασία που θα υποστηρίζει την καταγραφή και παρακολούθηση της πορείας σφαλμάτων και αστοχιών με επαγγελματικές πλατφόρμες που αναλαμβάνουν την εργασία αυτή. Τόσο το bug-tracking όσο και το στοιχειώδες support θα ενσωματωθούν στη λογική της ανάπτυξης του έργου από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης.

Το συνολικό σύστημα speed-O σταδιακά θα καταγράφεται σε ξεχωριστό έγγραφο αρχιτεκτονικής λογισμικού που θα παρέχει πλήρη τεχνική τεκμηρίωση του έργου. Στο έγγραφο αυτό πέρα από τα βασικά διαγράμματα αρχιτεκτονικής και την ανάλυσή τους θα καταγράφονται όλες οι διεπαφές του συστήματος καθώς και οδηγός χρήσης αυτών, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν εξωτερικά συστήματα που θα χρησιμοποιούν το σύστημα speed-O. Θα παρέχονται επίσης διαγράμματα εγκατάστασης του συστήματος σε υλικό (deployment diagrams), έτσι ώστε να είναι δυνατή η γρήγορη εκτίμηση της υποδομής hardware που απαιτείται (cpus, ram, networking capabilities) καθώς και του κόστους αυτής.