



Ολοκληρωμένη Ανάλυση των Κινδύνων και Επιπτώσεων των Συγκοινωνιακών Συστημάτων στην Υγεία

Γ. Γιαννής

Επ. Καθηγητής

Ι. Γκόλιας

Καθηγητής

Ε. Παπαδημητρίου

Ερευνήτρια

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής ΕΜΠ



*3^ο Διεθνές Συνέδριο για την Έρευνα στις Μεταφορές στην Ελλάδα
Θεσσαλονίκη, 19-20 Μαΐου 2006*

Το ερευνητικό έργο HEARTS

- HEARTS – Health Effects and Risks of Transport systems
 - 5^ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής
- Εταίροι
 - World Health Organization (WHO)
 - Imperial College of Science, Technology and Medicine (ICSTM)
 - Kansanterveyslaitos Folkhälsöinstitutet - National Public Health Institute (NPHI)
 - Ente per le Nuove Tecnologie, l'Εnergia e l'Αmbiente (ENEA)
 - Institut National de Recherche sur les transports et leur Sécurité (INRETS)
 - Istituto di Studi per l'Integrazione dei Sistemi (ISIS)
 - University of Versailles Saint-Quentin - PriSM (UVSQ)
 - National Technical University of Athens (NTUA)

Στόχος

- Ανάπτυξη και έλεγχος ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για την εκτίμηση της έκθεσης στον κίνδυνο και των σχετικών επιπτώσεων στην υγεία από διαφορετικές πολιτικές αστικών μεταφορών
 - Ατμοσφαιρική ρύπανση
 - Θόρυβος
 - Οδικά ατυχήματα
- Κατανομή της έκθεσης στον κίνδυνο σε άτομα ή πληθυσμούς με βάση την κατανομή του χρόνου που περνούν σε διαφορετικά μικροσκοπικά περιβάλλοντα (micro-environments), τα οποία χαρακτηρίζονται από διαφορετικές πυκνότητες (concentrations) επικινδυνότητας

Μεθοδολογία

- Ανασκόπηση και αξιολόγηση των υφιστάμενων προτύπων που σχετίζονται με τη λειτουργία και τις επιπτώσεις των αστικών συγκοινωνιακών συστημάτων
 - κυκλοφοριακών προτύπων
 - προτύπων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, θορύβου και οδικών ατυχημάτων
 - προτύπων χρόνου-δραστηριότητας, έκθεσης στον κίνδυνο και επιπτώσεων στην υγεία του πληθυσμού
- Προσαρμογή υφιστάμενων προτύπων και ανάπτυξη νέων προτύπων, κυρίως μικροσκοπικού περιβάλλοντος (micro-environmental)
- Σύνδεση προτύπων σε περιβάλλον Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS)
- Τρεις πιλοτικές εφαρμογές (case studies) στις πόλεις του Leicester (Αγγλία), της Lille (Γαλλία) και της Φλωρεντίας (Ιταλία)

Πρότυπα κυκλοφορίας και εκπομπών

- Μεθοδολογικά κριτήρια
 - Πλήρης κάλυψη της εξεταζόμενης περιοχής
 - Δυνατότητα προτυποποίησης διαφορετικών συγκοινωνιακών μέσων
 - Δυνατότητα επεξεργασίας αναλυτικής πληροφορίας
 - Επαρκής μικροσκοπική προτυποποίηση (π.χ. Ποσοστό «κρύων οχημάτων» σε κάθε οδικό τμήμα)
 - Διακύμανση ταχύτητας κατά μήκος κάθε οδικού τμήματος
 - Δυνατότητα λειτουργίας σε διάφορες κλίμακες χώρου και χρόνου
- Δεδομένα εισόδου στοιχείων κυκλοφορίας κυρίως από πρότυπα EMME2
- Αναβάθμιση και χρήση του προτύπου «Transport Energy and Environment» (TEE) 2005 για τις εκπομπές ρύπων
- Το πρότυπο TEE2005 εφαρμόστηκε και επικυρώθηκε για την πόλη της Φλωρεντίας.

Πρότυπα ατμοσφαιρικής ρύπανσης

- Το σύστημα σχεδιάστηκε ώστε να μπορεί να δεχτεί δεδομένα από εξωτερικά πρότυπα
 - Μεσαία (intermediate) πρότυπα:εκτιμήσεις ρύπανσης στο χώρο και στο χρόνο με σχετικά απλή παραμετροποίηση
 - Προχωρημένα (advanced) πρότυπα:χειρίζονται μεγάλο αριθμό δεδομένων και παρέχουν αποτελέσματα σε υψηλή κλίμακα ανάλυσης στο χώρο και στο χρόνο
- Η χρήση εξωτερικών προτύπων παρέχει τη δυνατότητα χρήσης λεπτομερών στοιχείων από προχωρημένα και προσαρμοσμένα στην κάθε περιοχή μελέτης πρότυπα
- Παράλληλα, ένα εσωτερικό στοιχείο (module) προβλέφθηκε για την περίπτωση μη διαθεσιμότητας ή προσβασιμότητας σε στοιχεία ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Έλεγχος της προσέγγισης στην πόλη του Leicester

Πρότυπα θορύβου

- Τα υφιστάμενα πρότυπα διάδοσης του θορύβου δεν λαμβάνουν επαρκώς υπόψη ορισμένους πρόσθετους παραγοντες της κινηματικής των οχημάτων στον αστικό χώρο
 - Επίδραση κυκλοφοριακής συμφόρησης
 - Επίδραση σηματοδότησης (επιτάχυνση / επιβράδυνση οχημάτων)
- Ανάπτυξη στατιστικού προτύπου για την αντιμετώπιση ορισμένων από τους παραπάνω παράγοντες
 - Προσαρμογή για κίνηση σε δευτερεύουσες οδούς
 - Προσαρμογή εξισώσεων κινηματικής οχημάτων
 - Ενσωμάτωση επίδρασης τοπικών πηγών θορύβου
- Έλεγχος της προσέγγισης στην πόλη της Φλωρεντίας

Πρότυπα οδικών ατυχημάτων

- Μεθοδολογικά κριτήρια για έναν μικροσκοπικό δείκτη επικινδυνότητας
 - Κατάλληλο για πεζούς και επιβαίνοντες οχημάτων
 - Συνδεδεμένο με την ταχύτητα και την πυκνότητα κυκλοφορίας ανά λωρίδα
 - Εφαρμόσιμο για οδικά τμήματα και κόμβους
 - Βασισμένο σε αρχές έκθεσης στον κίνδυνο συμβατές με μια προσέγγιση περιβαλλοντικής επιδημιολογίας (π.χ. έκθεση σε ατμοσφαιρική ρύπανση)
- Επιλογή ενός μέτρου συγκέντρωσης επικινδυνότητας (risk concentration) για πεζούς, το οποίο εκφράζει το ποσοστό μη διαθέσιμου χώρου για απρόσκοπτη και ασφαλή διάβαση οδού
 - Προσαρμογή για επιβαίνοντες οχημάτων
 - Προσαρμογή για κίνηση σε κόμβους

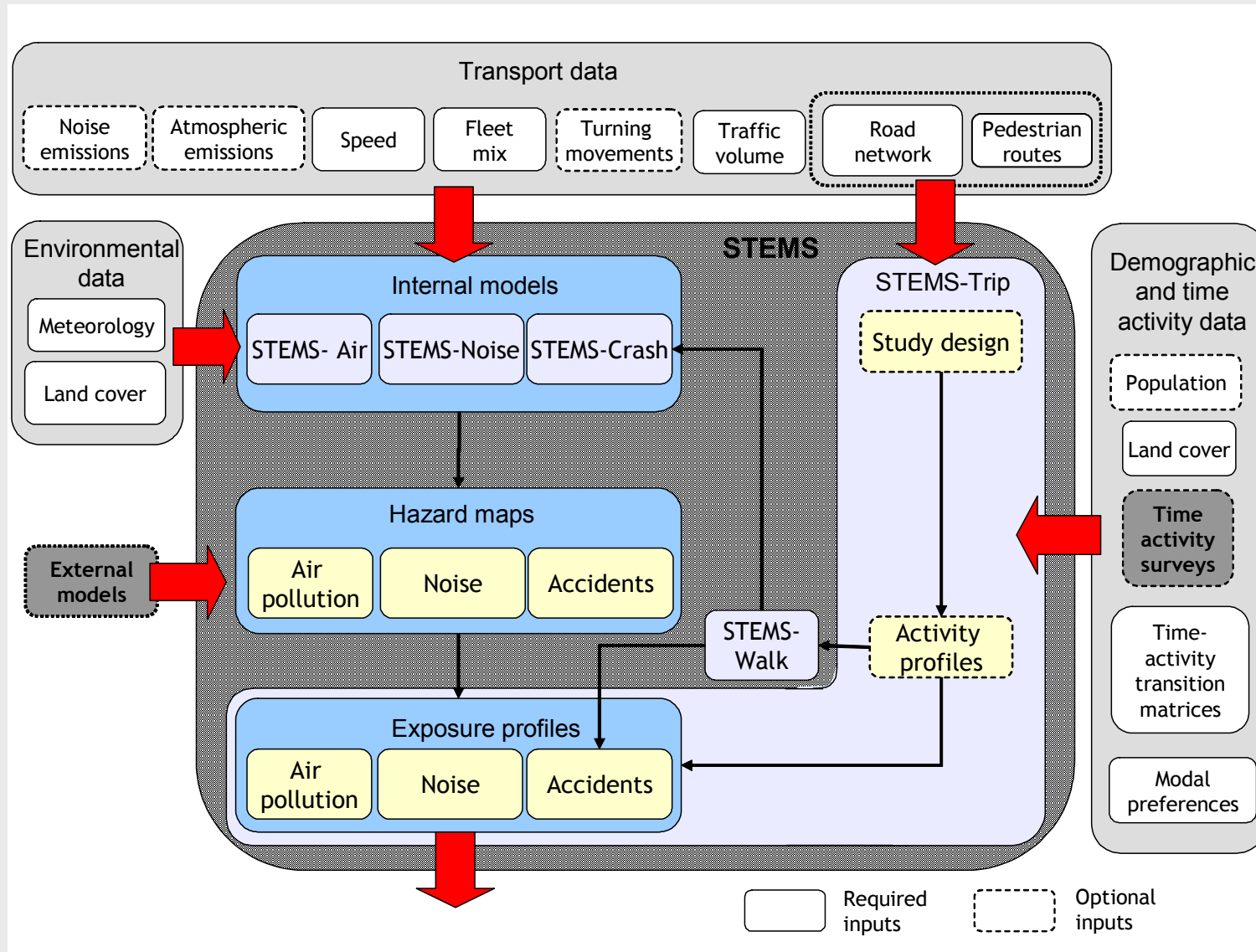
Πρότυπα κίνησης πεζών

- Αναγκαιότητα μιας συνολικής προσέγγισης για τη συμπεριφορά των πεζών
- Αξιοποίηση υφιστάμενων προτύπων και ανάπτυξη νέων προτύπων για τον υπολογισμό της πιθανότητας διάβασης σε διαφορετικές θέσεις κατά μήκος οδικού τμήματος
- Ανάπτυξη αλγόριθμου
 - Πιθανότητα διάβασης σε κόμβους
 - Διάβαση σε θέσεις εκτός κόμβων
 - Προσέγγιση για μεμονωμένο οδικό τμήμα
 - Προσαρμογή για διαδρομή κατά μήκος πολλών τμημάτων
- Έλεγχος και επικύρωση του προτύπου στις πόλεις της Lille, της Φλωρεντίας και της Αθήνας

Άλλα πρότυπα

- Πρότυπα έκθεσης στον κίνδυνο
 - Ατμοσφαιρική ρύπανση
 - Θόρυβος
- Πρότυπα επιπτώσεων στην υγεία (dose-response models)
 - Ατμοσφαιρική ρύπανση
 - Θόρυβος

Σύνδεση προτύπων (σύστημα STEMS)



Αποτίμηση συνολικής έκθεσης στον κίνδυνο

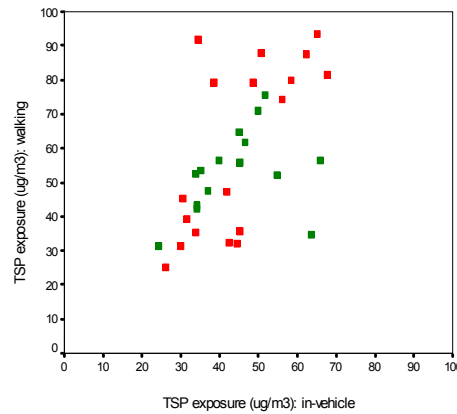
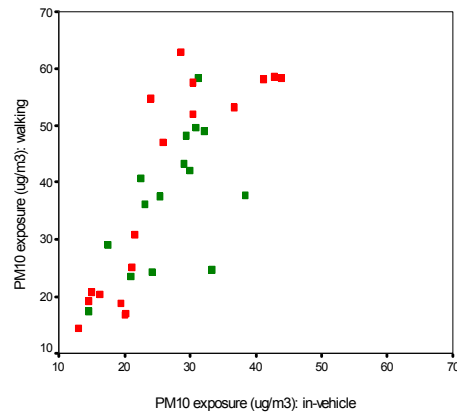
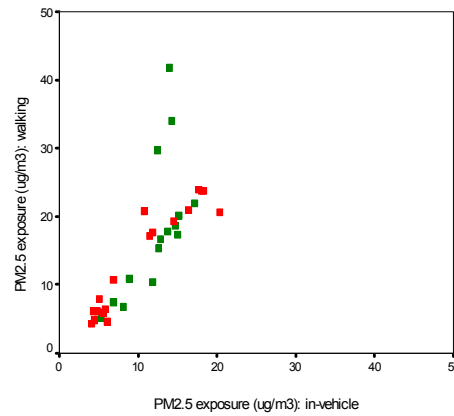
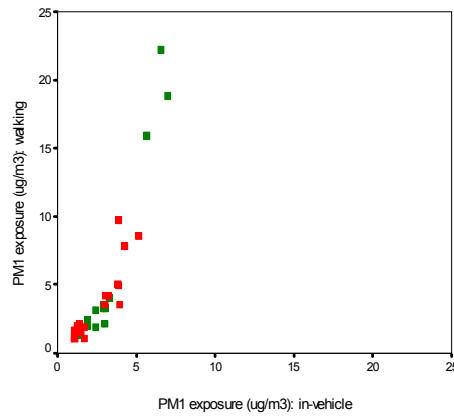
Το σύστημα STEMS

- Space-Time Exposure Modelling System (STEMS)
- Περιβάλλον Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS)
- Περαιτέρω ανάπτυξη συστήματος που αφορούσε μόνο σε ατμοσφαιρική ρύπανση
 - Θόρυβος
 - Οδικά ατυχήματα
 - Επιλογή διαδρομής
 - Συμπεριφορά και κίνηση πεζών
- Ανάπτυξη φιλικής προς τον χρήστη επιφάνειας διεπαφής (interface)
- Ολοκληρωμένος υπολογισμός έκθεσης στον κίνδυνο
- Δυνατότητα χρήσης εξωτερικών στοιχείων ή εσωτερικών προεπιλογών
- Δυνατότητα ανάλυσης σε διαφορετικές κλίμακες χώρου - χρόνου

Πιλοτικές Εφαρμογές

Πόλη	Στόχος	Κλίμακα	Σενάρια
Leicester	Έκθεση στον κίνδυνο παιδιών / μαθητών Έμφαση στην ατμοσφαιρική ρύπανση	Μικρή περιοχή στο κέντρο του Leicester	Σενάριο αξιολόγησης μιας εκστρατείας για την πεζή πρόσβαση στα σχολεία ("no-drive-to-school")
Lille	Έκθεση στον κίνδυνο παιδιών (5-10 ετών) και εργαζόμενων (18-60 ετών) Έμφαση στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στα οδικά ατυχήματα	Villeneuve d'Ascq (στα δυτικά της μητροπολιτικής περιοχής της Lille)	Δύο σενάρια πολιτικής μεταφορών για το 2015 - Ένα μηδενικό σενάριο - Ένα σενάριο με βάση την προτεινόμενη πολιτική μεταφορών του "Plan de Déplacements Urbains"
Florence	Έκθεση στον κίνδυνο του συνόλου του πληθυσμού της Φλωρεντίας	Το σύνολο του δήμου της Φλωρεντίας	Δύο σενάρια πολιτικής μέσω μαζικής μεταφοράς μεταφορών για το 2010 - Ένα μηδενικό σενάριο - Ένα σενάριο με βάση την προτεινόμενη πολιτική μεταφορών του Δήμου της Φλωρεντίας

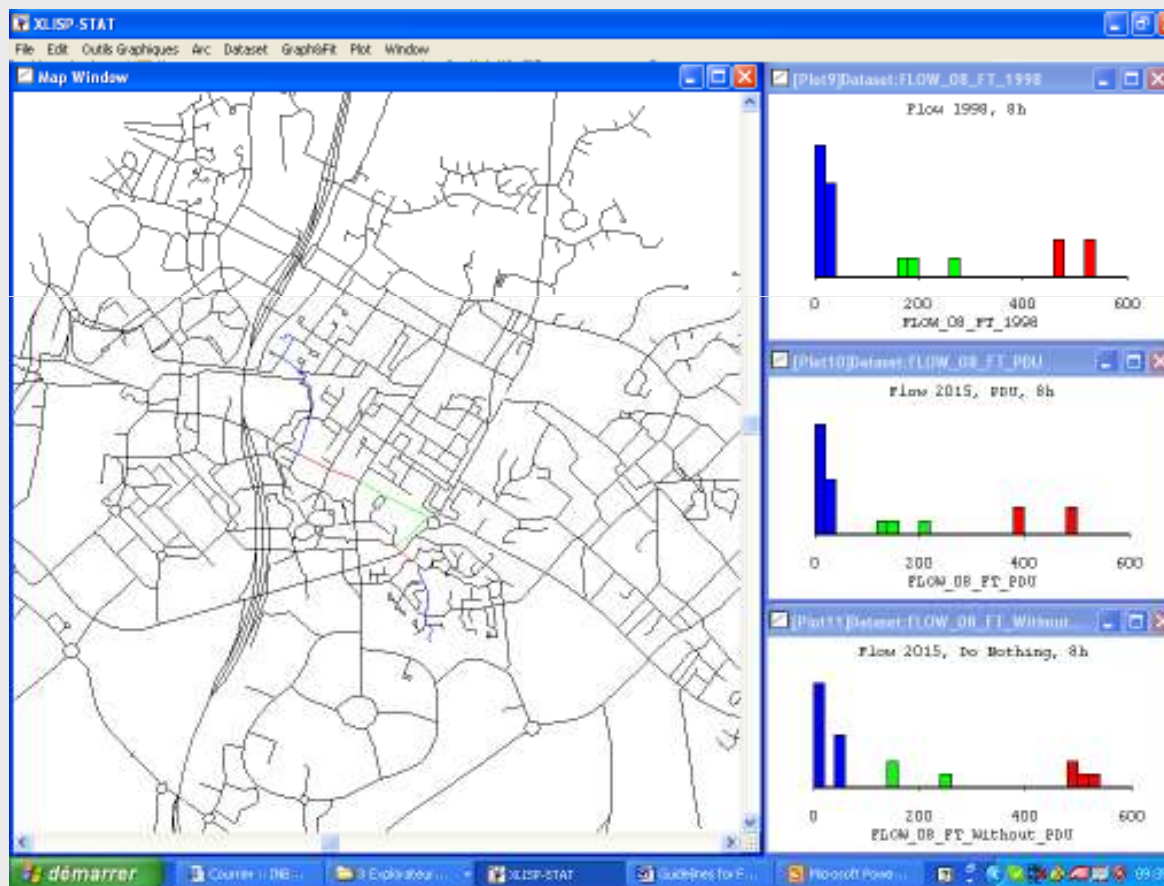
Αποτελέσματα Leicester



- Έκθεση στον κίνδυνο ατμοσφαιρικής ρύπανσης για τα δύο σενάρια:
 - Εντός οχήματος
 - Πεζή

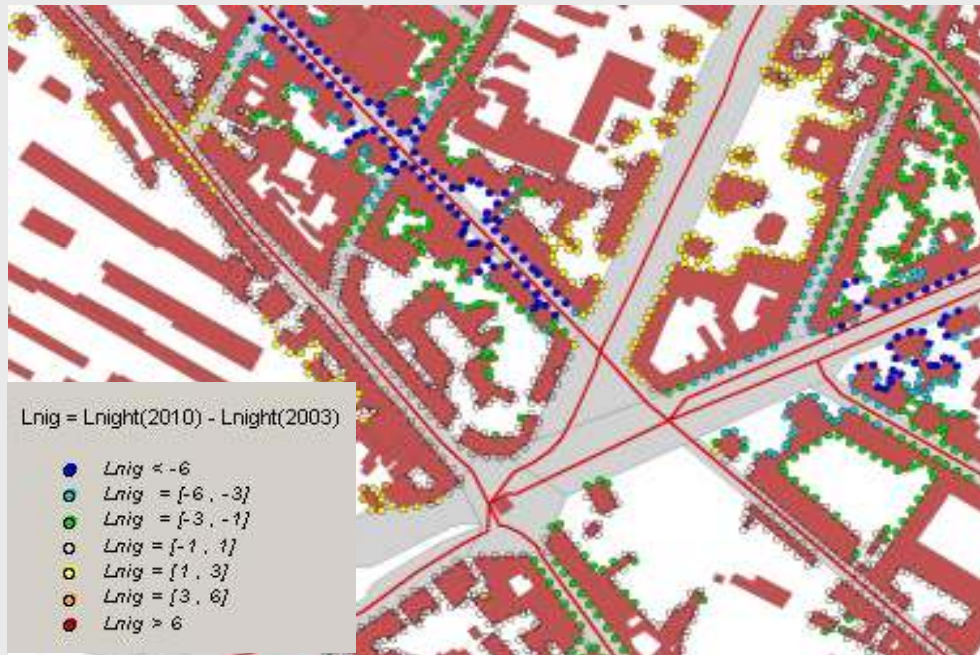
- Μεγαλύτερη έκθεση στον κίνδυνο για τους πεζούς

Αποτελέσματα Lille



- Κυκλοφοριακοί φόρτοι κατά μήκος διαδρομών για τρία σενάρια

Αποτελέσματα Φλωρεντία



- Σύγκριση έκθεσης στον θόρυβο για τα δύο σενάρια

- Διαφορετική αύξηση του επιπέδου θορύβου σε διαφορετικά σημεία του δικτύου

Συμπεράσματα

- Ανάπτυξη και εφαρμογή ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για την εκτίμηση των πολλαπλών κινδύνων και επιπτώσεων της οδικής κυκλοφορίας στην υγεία
- Σημαντική βελτίωση υφιστάμενων μεθόδων – προτύπων (θόρυβος, οδικά ατυχήματα, κίνηση πεζών)
- Ανάπτυξη ενός συστήματος «χαλαρά συνδεδεμένων» (loosely-coupled) προτύπων για την ολοκληρωμένη αποτίμηση της συνολικής έκθεσης στον κίνδυνο από ατμοσφαιρική ρύπανση, θόρυβο και οδικά ατυχήματα
- Μπορεί να εξελιχθεί σε εργαλείο αποτίμησης σεναρίων πολιτικής μεταφορών

Περαιτέρω έρευνα

- Περαιτέρω ανάπτυξη συστήματος (MMM, δίκυκλα κλπ.)
- Περαιτέρω επικύρωση προτύπων (validation)
- Αντιμετώπιση δυσκολιών που αφορούν στα δεδομένα εισόδου (όγκος, διαθεσιμότητα, ποιότητα, συμβατότητα κλπ.)
- Βελτίωση της φιλικότητας προς τον χρήστη (απλοποίηση συστήματος και διάχυση γνώσης)



Ολοκληρωμένη Ανάλυση των Κινδύνων και Επιπτώσεων των Συγκοινωνιακών Συστημάτων στην Υγεία

Γ. Γιαννής

Επ. Καθηγητής

Ι. Γκόλιας

Καθηγητής

Ε. Παπαδημητρίου

Ερευνήτρια

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής ΕΜΠ



*3^ο Διεθνές Συνέδριο για την Έρευνα στις Μεταφορές στην Ελλάδα
Θεσσαλονίκη, 19-20 Μαΐου 2006*