



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΟΔΙΚΗΣ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥΣ ΚΑΙ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ**

ΙΩΑΝΝΗΣ ΖΑΝΤΗΡΗΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Οκτώβριος 2016

Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

- Η συσχέτιση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης με οικονομικούς και κοινωνικούς δείκτες, όπως το ποσοστό ανεργίας, ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης κλπ.
- Η ανάπτυξη μαθηματικών προτύπων που θα περιγράφουν την προαναφερθείσα συσχέτιση τόσο για το σύνολο των κρατών-μελών της Ε.Ε. όσο και για τις ομάδες χωρών που επιλέχθηκαν (βορειοδυτικές, ανατολικές, νότιες)

Βασικά στάδια Διπλωματικής Εργασίας

1. Προσδιορισμός Στόχου
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
3. Αναζήτηση Στοιχείων
4. Επεξεργασία Στοιχείων
5. Επιλογή Μεθοδολογίας
6. Ανάπτυξη Μαθηματικού Προτύπου
7. Περιγραφή Αποτελεσμάτων
8. Συμπεράσματα- Προτάσεις

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

- Η αύξηση της ανεργίας συσχετίζεται με τη μείωση αρχικά της συχνότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα, καθώς και με την αύξησή της κατά τον επόμενο μήνα από αυτόν της απώλειας της εργασίας (A.C. Wagennar, 1983)
- Συσχέτιση ποσοστών ανεργίας με τον αριθμό των νεκρών στα οδικά ατυχήματα, αυτοκτονίες και ανθρωποκτονίες με τη μέθοδο των χρονοσειρών (D. Reinfurt, J.R. Stewart και N.L. Weaver , 1991). Τα ποσοστά ανεργίας δεν βελτιώνουν τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις στα οδικά ατυχήματα.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

- Όσο υψηλότερο είναι το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. μιας χώρας, τόσο υψηλότερος είναι ο δείκτης ιδιοκτησίας οχημάτων της χώρας, ενώ η αναλογία νεκρών ανά όχημα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και την παράλληλη αύξηση του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. (Koorstra, 2002)
- Συσχέτιση μεταβλητών όπως το εισόδημα, ο δείκτης διαφθοράς και το ποσοστό αναλφαβητισμού με τους θανάτους σε οδικά ατυχήματα (Anbarci *et al*, 2006). Η διαφθορά αυξάνει σημαντικά τους θανάτους σε οδικά ατυχήματα σε σχετικά φτωχές χώρες.

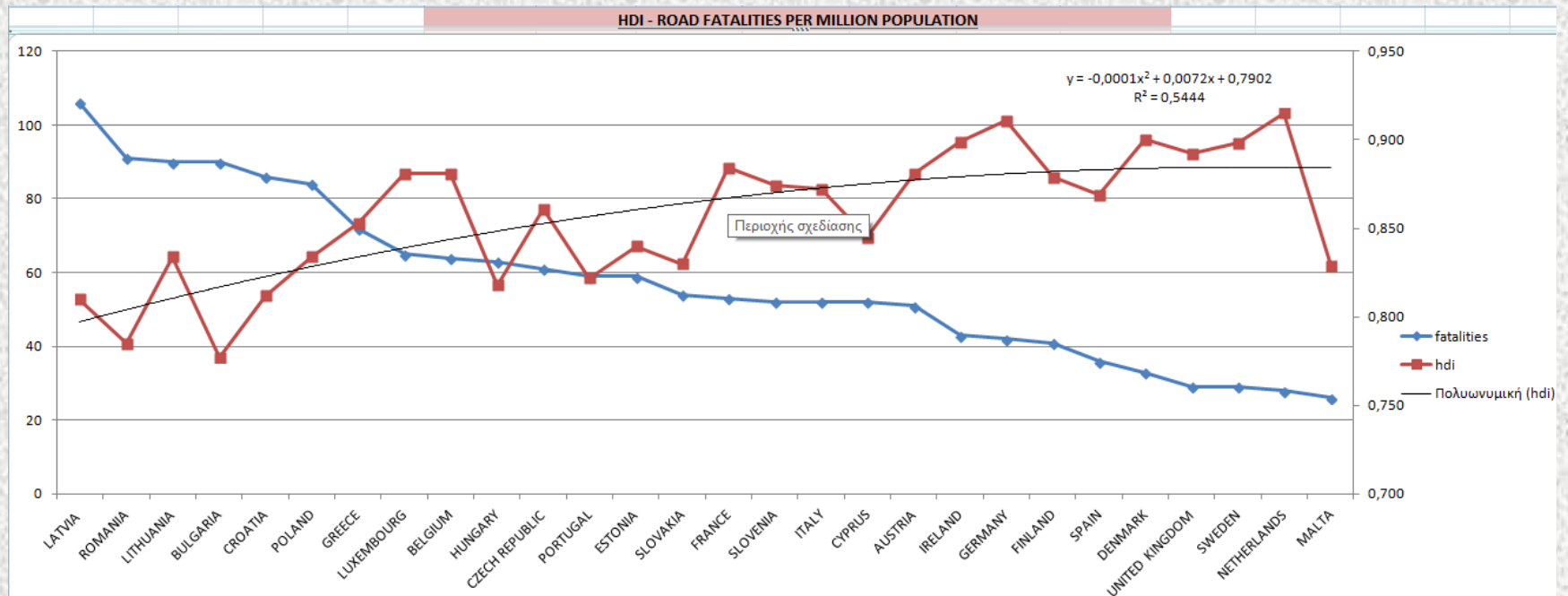
Πηγές Στοιχείων

- **EUROSTAT**: κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (2014), αριθμός νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού (2014), πυκνότητα δικτύου αυτοκινητοδρόμων (2012), αριθμός αυτοκτονιών ανά εκατό χιλιάδες πληθυσμού (2012), ποσοστό ανεργίας (2014), αριθμός παραβιάσεων κανόνων της Ε.Ε. στον τομέα των οδικών μεταφορών (2013)
- **Πρόγραμμα Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP)**: δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (hdi) (2013)

Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

	POPULATION	GDP per capita (euro)	ROAD FATALITIES per 1.000.000 population	PASSENGER CARS per 1.000 population
	2013	2014	2014	2011
ROMANIA	20.020.074	7.500	91	203
LUXEMBOURG	537.039	83.100	65	667
POLAND	38.533.299	10.700	84	470
CROATIA	4.262.140	10.200	86	345
LATVIA	2.023.825	12.100	106	298
LITHUANIA	2.971.905	12.400	90	565
BULGARIA	7.284.552	5.800	90	367
GREECE	11.062.508	16.300	72	460
BELGIUM	11.161.642	36.000	64	491
CZECH REPUBLIC	10.516.125	14.700	61	437
PORTUGAL	10.487.289	16.600	59	446
ESTONIA	1.320.174	14.800	59	428
SLOVENIA	2.058.821	18.100	52	520
HUNGARY	9.908.798	10.500	63	298
ITALY	59.685.227	26.600	52	605
AUSTRIA	8.451.860	38.500	51	536
MALTA	421.364	18.600	26	595
CYPRUS	865.878	20.500	52	421
FRANCE	65.578.819	32.200	53	482
FINLAND	5.426.674	37.400	41	475
IRELAND	4.591.087	40.200	43	418
SLOVAKIA	5.410.836	13.900	54	324
GERMANY	80.523.746	35.200	42	531
SPAIN	46.727.890	22.800	36	482
NETHERLANDS	16.779.575	38.900	28	471
DENMARK	5.602.628	45.600	33	395
UNITED KINGDOM	63.896.071	34.400	29	454
SWEDEN	9.555.893	44.300	29	466
source	eurostat	eurostat	european commission	worldbank

Επεξεργασία δεδομένων



Ομαδοποίηση Κρατών

- **Βορειοδυτικά**: Λουξεμβούργο, Βέλγιο, Αυστρία, Φινλανδία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ολλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Σουηδία
- **Νότια**: Ελλάδα, Πορτογαλία, Ιταλία, Μάλτα, Ισπανία, Γαλλία, Κύπρος
- **Ανατολικά**: Ρουμανία, Πολωνία, Κροατία, Λετονία, Λιθουανία, Βουλγαρία, Τσεχία, Εσθονία, Σλοβενία, Σλοβακία, Ουγγαρία

Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * X_{1i} + \beta_2 * X_{2i} + \beta_3 * X_{3i} + \dots + \beta_k * X_{ki} + \varepsilon_i$$

y_i : εξαρτημένη μεταβλητή

X_i : ανεξάρτητη μεταβλητή

β_i : συντελεστής παλινδρόμησης

Στατιστικοί έλεγχοι

- Της τιμής του συντελεστή συσχέτισης R^2
- Των προσήμων στους συντελεστές των μεταβλητών
- Του δείκτη t-test

Αποτελέσματα Μοντέλων (1/4)

- Για το σύνολο των κρατών της Ε.Ε :

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,892 ^a	,795	,744	9,88431	,795	15,531	5	20	,000

a. Predictors: (Constant), UNEMPLOY, DENSITY, SUICIDES, HDI, GDP

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7586,664	5	1517,333	15,531	,000 ^b
	Residual	1953,990	20	97,700		
	Total	9540,654	25			

a. Dependent Variable: FATALITIES

b. Predictors: (Constant), UNEMPLOY, DENSITY, SUICIDES, HDI, GDP

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	424,634	65,387		6,494	,000	288,240	561,028
	GDP	,471	,202	,411	2,328	,031	,049	,893
	HDI	-466,973	78,303	-,892	-5,964	,000	-630,311	-303,635
	SUICIDES	1,283	,399	,400	3,216	,004	,451	2,115
	DENSITY	-,048	,025	-,234	-1,912	,070	-,101	,004
	UNEMPLOY	1,063	,506	,298	2,101	,049	,007	2,118

a. Dependent Variable: FATALITIES

Αποτελέσματα Μοντέλων (2/4)

- Για τα βορειοδυτικά κράτη:

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,925 ^a	,855	,783	6,42339	,855	11,803	3	6	,006

a. Predictors: (Constant), DENSITY, HDI_ADJ, SUICIDES

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1460,940	3	486,980	11,803	,006 ^b
	Residual	247,560	6	41,260		
	Total	1708,500	9			

a. Dependent Variable: FATALITIES

b. Predictors: (Constant), DENSITY, HDI_ADJ, SUICIDES

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	415,041	102,264		4,059	,007	164,811	665,270
	HDI_ADJ	-492,236	120,797	-,656	-4,075	,007	-787,815	-196,657
	SUICIDES	1,211	,691	,285	1,751	,130	-,481	2,902
	DENSITY	,119	,037	,508	3,198	,019	,028	,209

a. Dependent Variable: FATALITIES

Αποτελέσματα Μοντέλων (3/4)

- Για τα νότια κράτη:

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,990 ^a	,979	,896	3,75775	,979	11,824	4	1	,214

a. Predictors: (Constant), INFRINGEM, SUICIDES, DENSITY, HDI

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	667,879	4	166,970	11,824	,214 ^b
	Residual	14,121	1	14,121		
	Total	682,000	5			

a. Dependent Variable: FATALITIES

b. Predictors: (Constant), INFRINGEM, SUICIDES, DENSITY, HDI

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	973,381	216,562		4,495	,139	-1778,306	3725,068
	SUICIDES	1,959	,724	,803	2,706	,225	-7,239	11,158
	DENSITY	-,122	,020	-,952	-6,092	,104	-,377	,133
	HDI	-1040,105	250,252	-1,984	-4,156	,150	-4219,860	2139,650
	INFRINGEM	-11,815	4,154	-1,239	-2,844	,215	-64,602	40,972

a. Dependent Variable: FATALITIES

Αποτελέσματα Μοντέλων (4/4)

- Για τα ανατολικά κράτη:

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,933 ^a	,871	,743	8,50283	,871	6,767	4	4	,045

a. Predictors: (Constant), HDI, INFRINGEM, SUICIDES, DENSITY

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1957,030	4	489,258	6,767	,045 ^b
	Residual	289,192	4	72,298		
	Total	2246,222	8			

a. Dependent Variable: FATALITIES

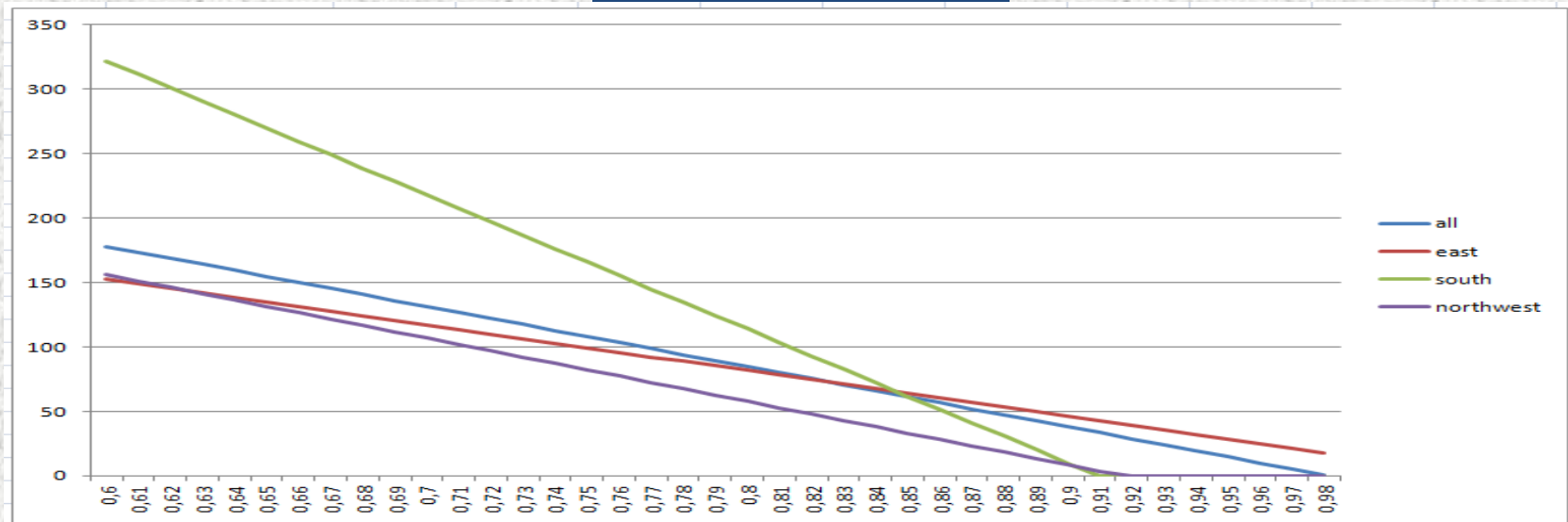
b. Predictors: (Constant), HDI, INFRINGEM, SUICIDES, DENSITY

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	347,096	95,957		3,617	,022	80,676	613,517
	INFRINGEM	11,901	4,664	,502	2,552	,063	-1,047	24,850
	SUICIDES	,951	,530	,363	1,795	,147	-,520	2,423
	DENSITY	-,080	,037	-,513	-2,160	,097	-,183	,023
	HDI	-357,502	120,046	-,674	-2,978	,041	-690,803	-24,202

a. Dependent Variable: FATALITIES

Ανάλυση Ελαστικότητας και Διαγράμματα Ευαισθησίας



Διάγραμμα ευαισθησίας για την επιρροή του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης στον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού

Από την ανάλυση ελαστικότητας και τα διαγράμματα ευαισθησίας προέκυψε ότι ο **δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης** επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή σε μεγαλύτερο βαθμό και η επιρροή αυτή είναι μεγαλύτερη για το μοντέλο των **νότιων κρατών**.

Συμπεράσματα(1/2)

Για το σύνολο των κρατών:

Α.Ε.Π., ανεργία, αυτοκτονίες → **θετική συσχέτιση**

Πυκνότητα αυτ/δρόμων, HDI → **αρνητική συσχέτιση**

Πιθανή ερμηνεία:

↑ **Α.Ε.Π.** → αύξηση ιδιοκτησίας αυτ/των, κυκλοφοριακού φόρτου, διανυόμενων αποστάσεων, επιπόλαια οδική συμπεριφορά, μικρότερος φόβος για ποινές από παραβιάσεις του Κ.Ο.Κ.

↑ **Ανεργία, αυτοκτονίες** → άγχος και ενδεχόμενη επιθετική οδήγηση

↑ **Πυκνότητα αυτ/δρόμων, HDI** → ανάπτυξη σε επίπεδο οικονομίας, εκπαίδευσης και συγκοινωνιών άρα καλύτερη οδική συμπεριφορά

Συμπεράσματα(2/2)

Για τις επιμέρους ομάδες κρατών:

Ισχύει ότι και για το σύνολο των χωρών της Ε.Ε. με εξαίρεση τη μεταβλητή της πυκνότητας δικτύου αυτοκινητοδρόμων για την ομάδα των βορειοδυτικών κρατών, όπου παρατηρείται θετική συσχέτιση με τους νεκρούς σε οδικά ατυχήματα και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο παρουσιάζουν ταυτόχρονα το χαμηλότερο αριθμό νεκρών σε οδικά ατυχήματα και από τις μικρότερες πυκνότητες δικτύου αυτ/δρόμων.

Γενική παρατήρηση: Σε όλα τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης ασκεί τη μεγαλύτερη επιρροή από όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές στην εξαρτημένη.

Προτάσεις

- Οι φορείς που είναι υπεύθυνοι σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο για την εφαρμογή προγραμμάτων **οδικής ασφάλειας** οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη τόσο τους **οικονομικούς** όσο και τους **κοινωνικούς δείκτες** κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης της εφαρμογής του εκάστοτε προγράμματος.
- Η **αύξηση** της πυκνότητας των **δικτύων αυτοκινητοδρόμων** πρέπει να αποτελεί στόχο των κρατών της Ε.Ε. για τη βελτίωση των οδικών μεταφορών.
- Η **άνοδος** του **Α.Ε.Π.** για ένα κράτος οφείλει να συνοδεύεται από **επένδυση** επιπλέον **κεφαλαίων** στην οδική ασφάλεια.
- Κοινωνικά ζητήματα, όπως η **ανεργία** και τα αυξανόμενα περιστατικά αυτοκτονιών, πρέπει να απασχολούν σοβαρά τις κυβερνήσεις των κρατών της Ε.Ε., καθώς έχουν **αντίκτυπο** στην ψυχολογία των πολιτών και κατά συνέπεια στο επίπεδο της οδικής ασφάλειας.

Περαιτέρω Έρευνα

- **Επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας σε μεγαλύτερο αριθμό χωρών** με την προσθήκη των Η.Π.Α., της Κίνας, της Ιαπωνίας και άλλων κρατών θα βοηθούσε στη διενέργεια συγκρίσεων και στη διαπίστωση εάν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έχουν την ίδια ισχύ και σε επίπεδο χωρών εκτός Ε.Ε.
- Ίδια διερεύνηση με τη **χρήση διαφορετικής στατιστικής μεθόδου**. Παραδείγματος χάριν θα ήταν χρήσιμο να συγκεντρωθούν στοιχεία από ένα αρκετά μεγάλο χρονικό εύρος και να πραγματοποιηθεί κάποια ανάλυση χρονοσειρών.
- Λόγω της μεγάλης συσχέτισης του **δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης** με τον αριθμό των νεκρών σε οδικά ατυχήματα συνιστάται η **διεξαγωγή έρευνας αποκλειστικά για το συγκεκριμένο δείκτη** με στοιχεία και παλαιότερων ετών, ώστε να εξακριβωθεί και να αξιολογηθεί περαιτέρω η επίδραση του στις επιδόσεις οδικής ασφάλειας.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΟΔΙΚΗΣ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥΣ ΚΑΙ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ**

ΙΩΑΝΝΗΣ ΖΑΝΤΗΡΗΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Οκτώβριος 2016