

# Επιβάρυνση του αστικού περιβάλλοντος από την κίνηση οχημάτων, προδιαγραφές και πραγματικότητα

Σάββας Γκείβανίδης

Επίκουρος Καθηγητής, ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας

Εργαστήριο Τεχνολογίας Οχημάτων



# Περιεχόμενα

Τάσεις στις μεταφορές

Ενεργειακή κατανάλωση

Εκπομπές ρύπων

Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων

Μέτρηση εκπομπών ρύπων

Το «νέο» πρόβλημα

Επιλογές για το μέλλον

Επίλογος

Τάσεις στις μεταφορές

Ενεργειακή κατανάλωση

Εκπομπές ρύπων

Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων

Μέτρηση εκπομπών ρύπων

Το «νέο» πρόβλημα

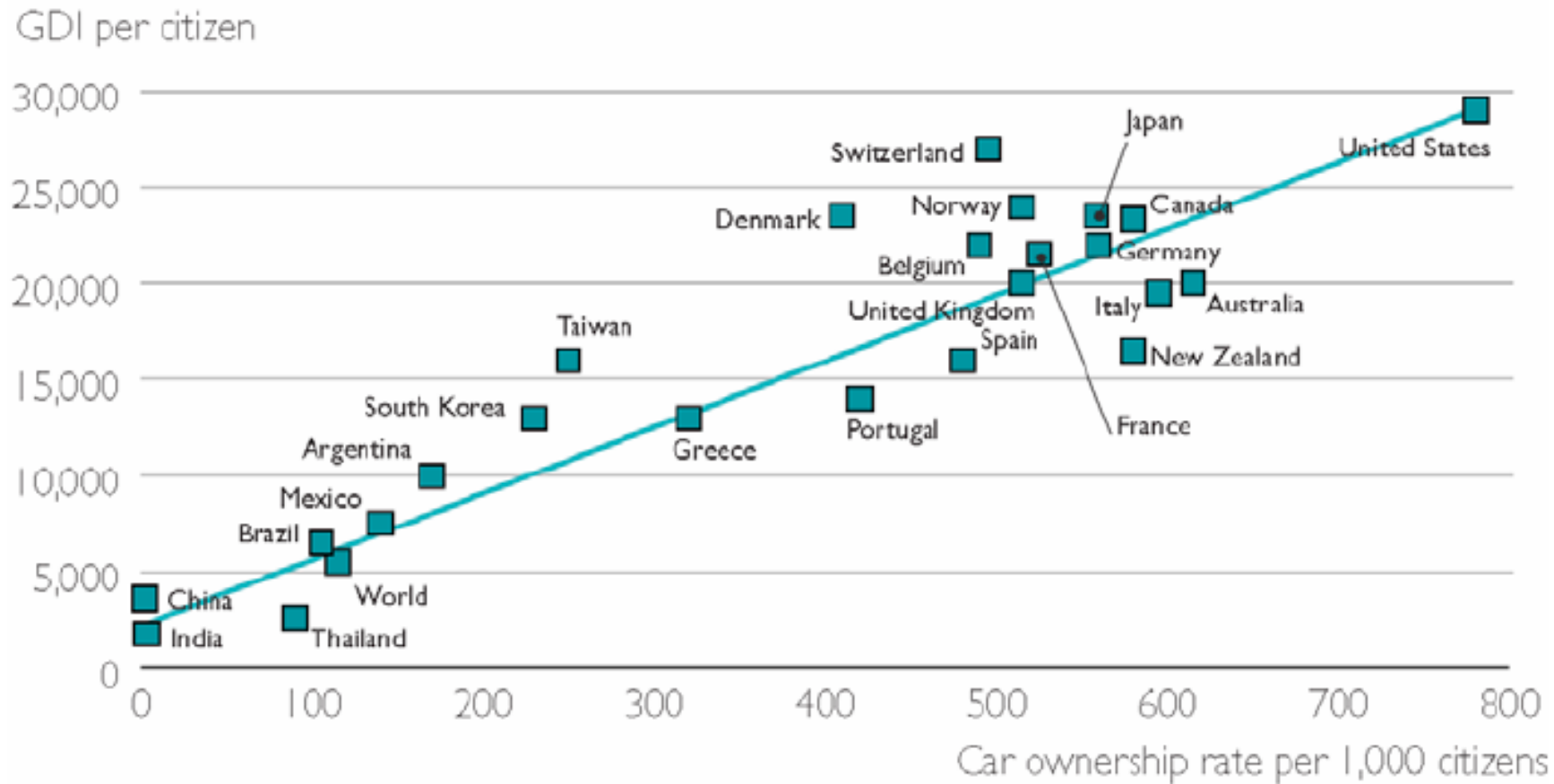
Επιλογές για το μέλλον

Επίλογος

# Εξελίξεις στις μεταφορές

- Ο τομέας των οδικών μεταφορών αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια
- Τα συνολικά οχηματοχιλιόμετρα στην Ευρώπη των 15 αυξήθηκαν κατά 30% μέσα σε 10 χρόνια
- Αυτή η τάση συνεχίζεται και στο μέλλον
  - Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προβλέπει αύξηση της τάξης του 40% για τα επιβατικά οχήματα και 70% για τα ελαφρά φορτηγά από το 2005 μέχρι το 2030
- Στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης, είναι απαραίτητος ο αποτελεσματικός περιορισμός των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές

# Δείκτης ιδιοκτησίας οχημάτων ως μέτρο οικονομικής ανάπτυξης



# Παγκόσμιες Τάσεις

- Αυξήσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες εντονότερες
- Την περίοδο 2000-2030 οι στόλοι οχημάτων ΕΕ, ΗΠΑ, Ινδίας και Κίνας θα μεγαλώσουν κατά 630 εκατομμύρια οχήματα

Year	India		China		USA		Europe	
	Vehicles /1000 people	Additional vehicles 2000-2030 ('1000)	Vehicles /1000 people	Additional vehicles 2000-2030 ('1000)	Vehicles /1000 people	Additional vehicles 2000-2030 ('1000)	Vehicles /1000 people	Additional vehicles 2000-2030 ('1000)
2000	5		12		779		375	
2030	110	155.000	269	375.790	849	43.354	500	56.100

- Πώς θα παραχθούν, θα μεταφερθούν και κυρίως θα τροφοδοτηθούν τα πρόσθετα αυτά οχήματα;
- Σε ποιο αστικό κέντρο θα σταθμεύουν τα οχήματα αυτά;

Τάσεις στις μεταφορές

**Ενεργειακή κατανάλωση**

Εκπομπές ρύπων

Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων

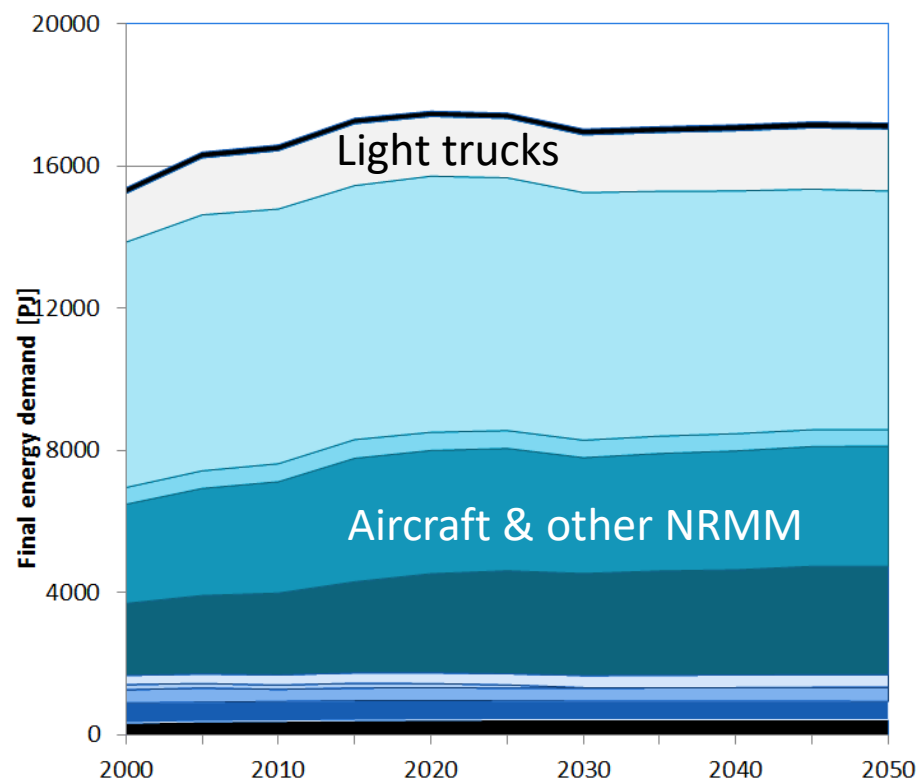
Μέτρηση εκπομπών ρύπων

Το «νέο» πρόβλημα

Επιλογές για το μέλλον

Επίλογος

# Πρόβλεψη ενεργειακής κατανάλωσης



- Οι μεταφορές ευθύνονται για το 1/3 της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 1/4 των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Οι οδικές μεταφορές ευθύνονται για το 20% των ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ



Τάσεις στις μεταφορές

Ενεργειακή κατανάλωση

**Εκπομπές ρύπων**

Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων

Μέτρηση εκπομπών ρύπων

Το «νέο» πρόβλημα

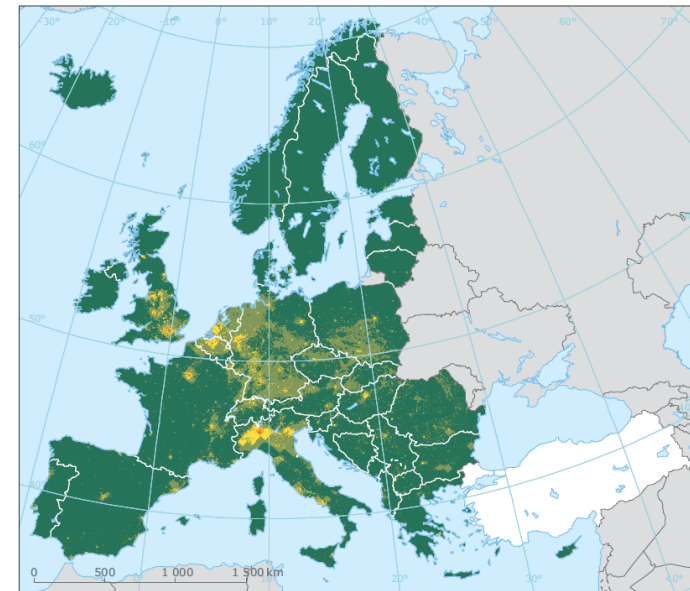
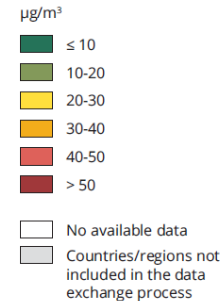
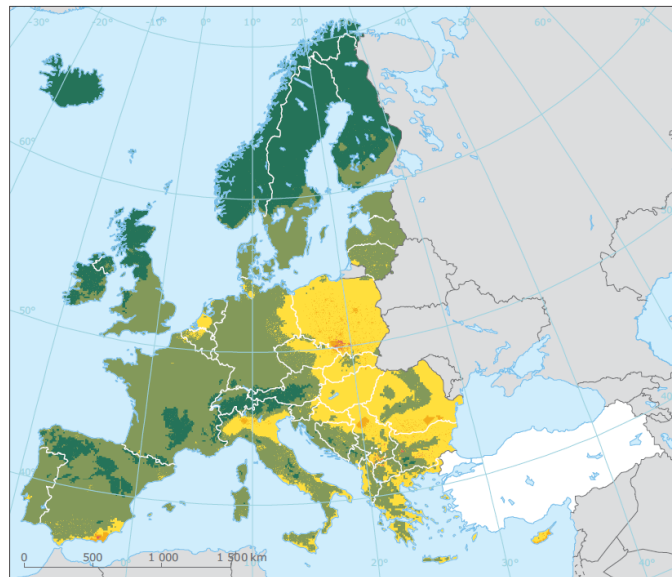
Επιλογές για το μέλλον

Επίλογος

# Έκθεση του αστικού πληθυσμού της ΕΕ το 2015

PM10

NO2



% του Ευρωπαϊκού πληθυσμού EU-28 που εκτίθεται σε τιμές ρύπων πάνω από τα Ευρωπαϊκά όρια:

- 19% σε υπέρβαση του ημερήσιου ορίου PM10
- 7% σε υπέρβαση του ετήσιου ορίου PM2.5
- 9% σε υπέρβαση του ετήσιου ορίου NO<sub>2</sub>
- 30% σε υπέρβαση του δαώρου ορίου O<sub>3</sub>

Τάσεις στις μεταφορές

Ενεργειακή κατανάλωση

Εκπομπές ρύπων

**Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων**

Μέτρηση εκπομπών ρύπων

Το «νέο» πρόβλημα

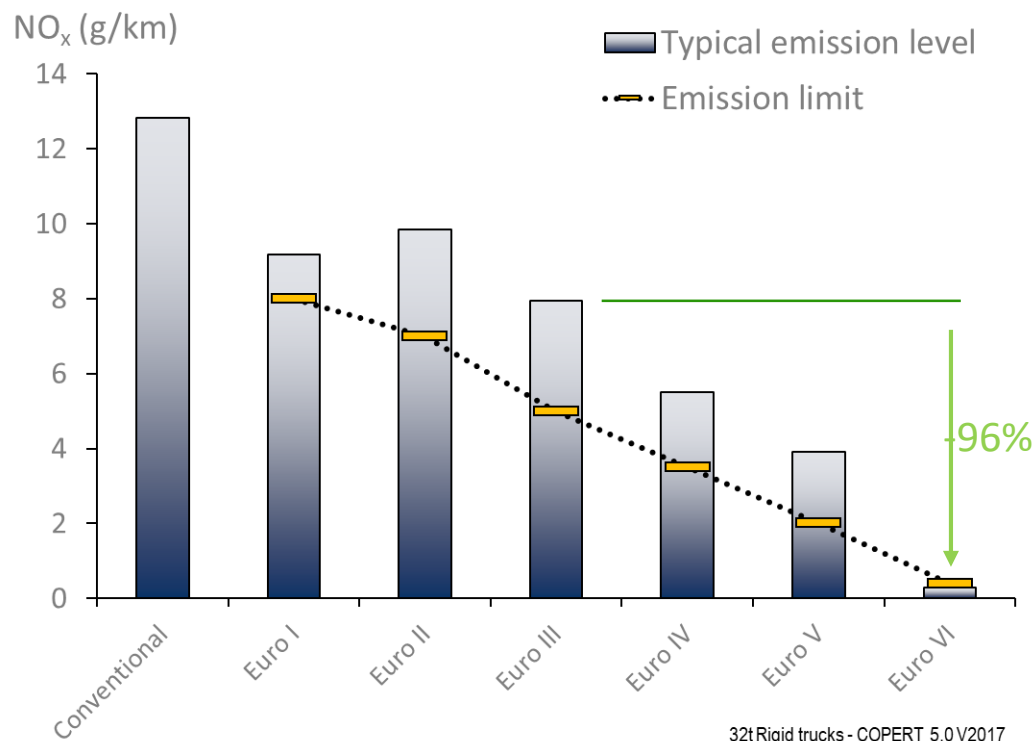
Επιλογές για το μέλλον

Επίλογος

# Επιβατηγά Οχήματα

Stage	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					
<b>Positive Ignition (Gasoline)</b>							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 <sup>b</sup>	1.0	0.10 <sup>d</sup>	-	0.06	0.005 <sup>e,f</sup>	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 <sup>d</sup>	-	0.06	0.005 <sup>e,f</sup>	6.0×10 <sup>11</sup> e,g
<b>Compression Ignition (Diesel)</b>							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01 <sup>a</sup>	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09 <sup>b</sup>	0.50	-	0.23	0.18	0.005 <sup>f</sup>	-
Euro 5b	2011.09 <sup>c</sup>	0.50	-	0.23	0.18	0.005 <sup>f</sup>	6.0×10 <sup>11</sup>
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 <sup>f</sup>	6.0×10 <sup>11</sup>

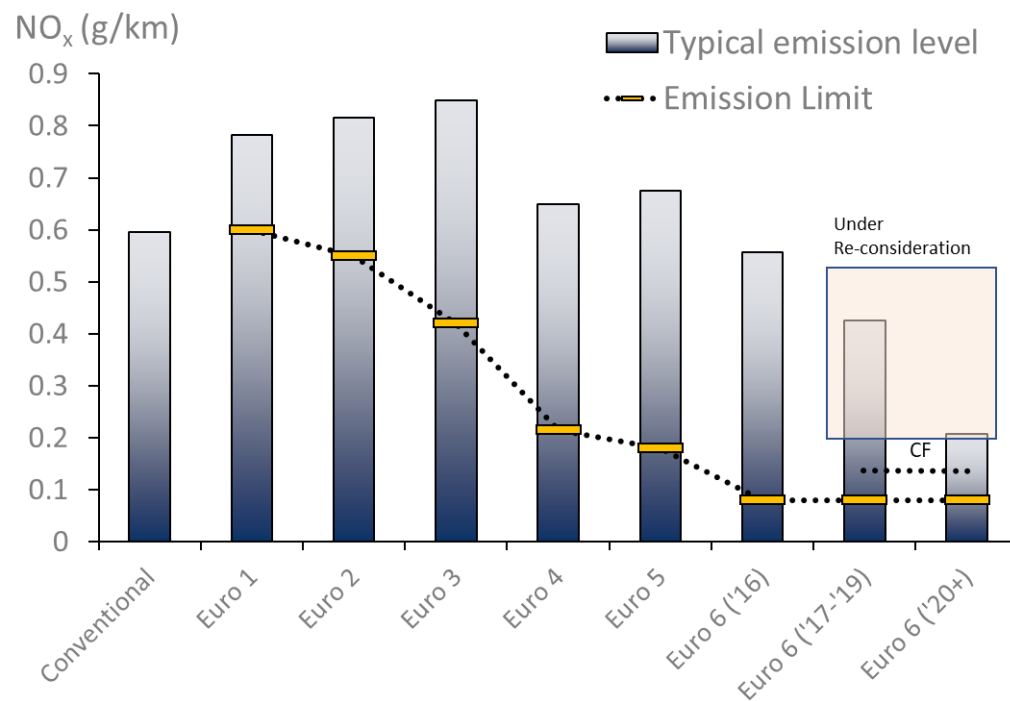
# Όρια εκπομπών ρύπων: βαρέα οχήματα



**Γενικά συμβαδίζει η μείωση των ορίων με τη μείωση των ρύπων**

Heavy Duty Vehicles	N3 - Heavy Goods Vehicles	Carriage of goods and $M_{max} > 12$ t	
	M3 - Buses	Carriage of people and their luggage, more than 8 seats and $M_{max} > 5$ t	
	N3S - Special purpose vehicles	Special arrangements and/or carrying equipment	

# Όρια εκπομπών ρύπων: ελαφρά οχήματα



Medium diesel PCs - COPERT 5.0 V2017

**Πολύ σημαντική ασυνέπεια από Euro 5 και μετά**

**Αναμένονται μειώσεις στο επίπεδο Euro 6**

Light Duty Vehicles	M1 – Passenger Cars	Carriage of people and their luggage up to 8 seats	
	N1 – Light Commercial Vehicles	Carriage of goods and $M_{max} \leq 3,5$ t	

Τάσεις στις μεταφορές

Ενεργειακή κατανάλωση

Εκπομπές ρύπων

Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων

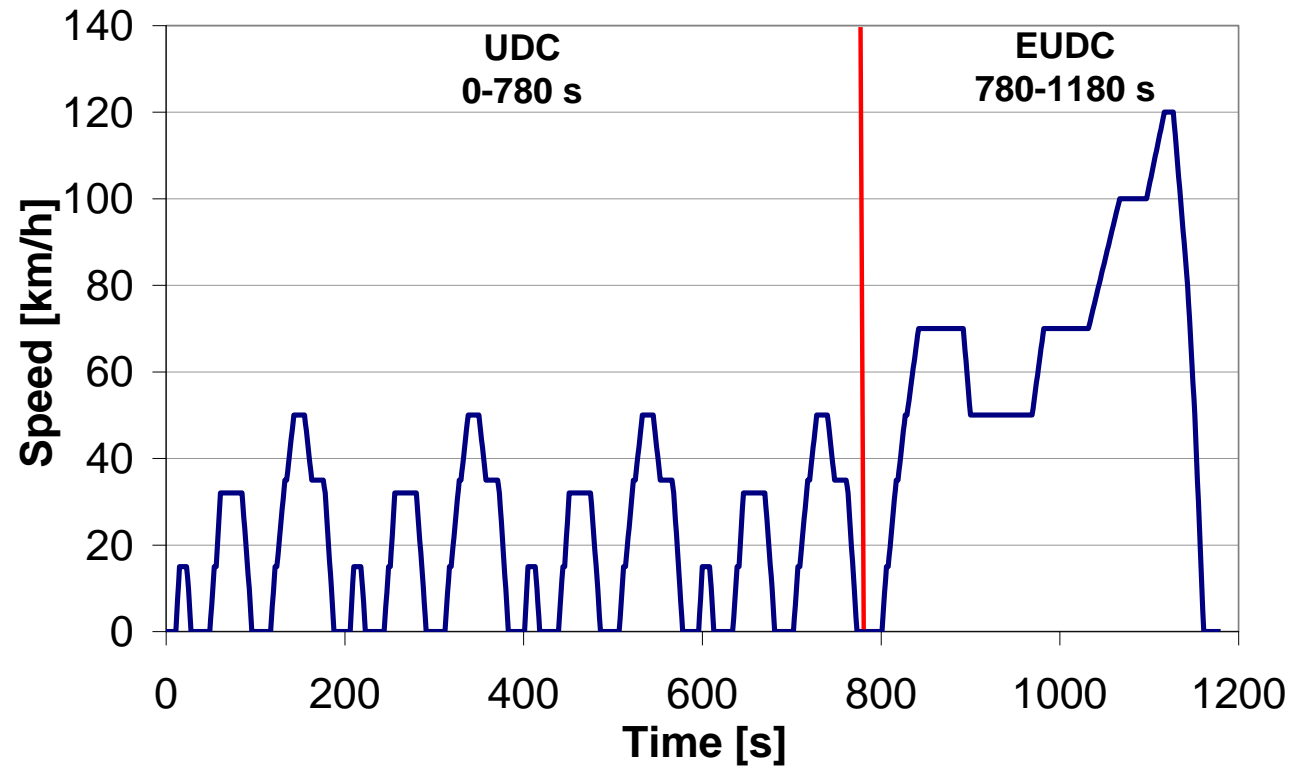
**Μέτρηση εκπομπών ρύπων**

Το «νέο» πρόβλημα

Επιλογές για το μέλλον

Επίλογος

# Νομοθετημένος κύκλος οδήγησης: NEDC (New European Driving Cycle)



## **UDC** (Urban Driving Cycle)

Αστικός Κύκλος Οδήγησης

Προσομοίωση οδήγησης  
χαμηλής ταχύτητας εντός πόλης

## **EUDC** (Extra Urban Driving)

Υπεραστικός Κύκλος Οδήγησης

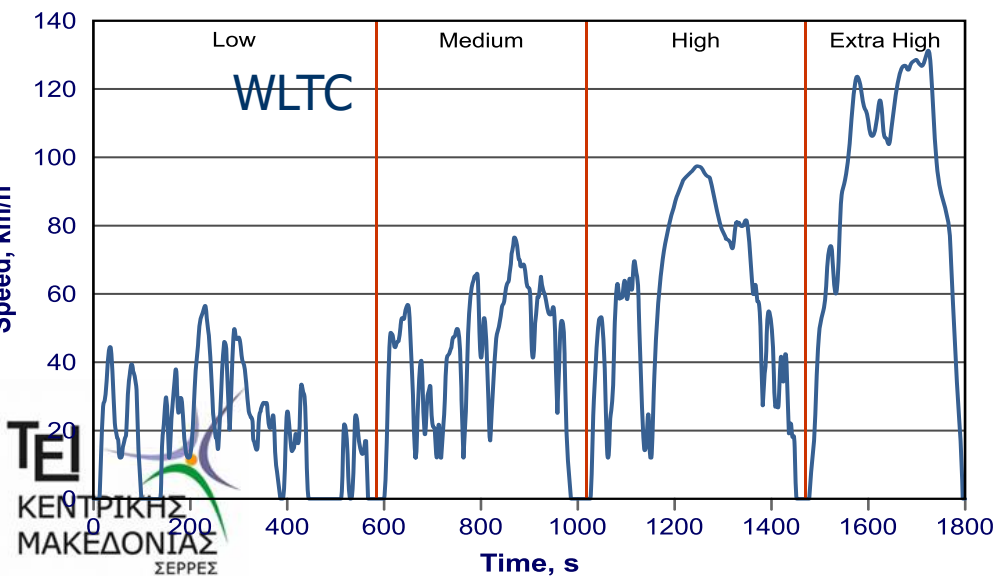
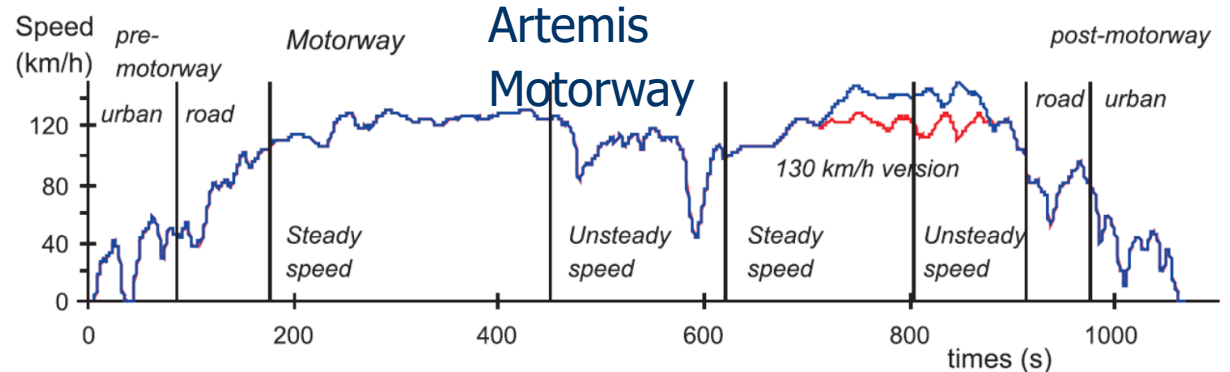
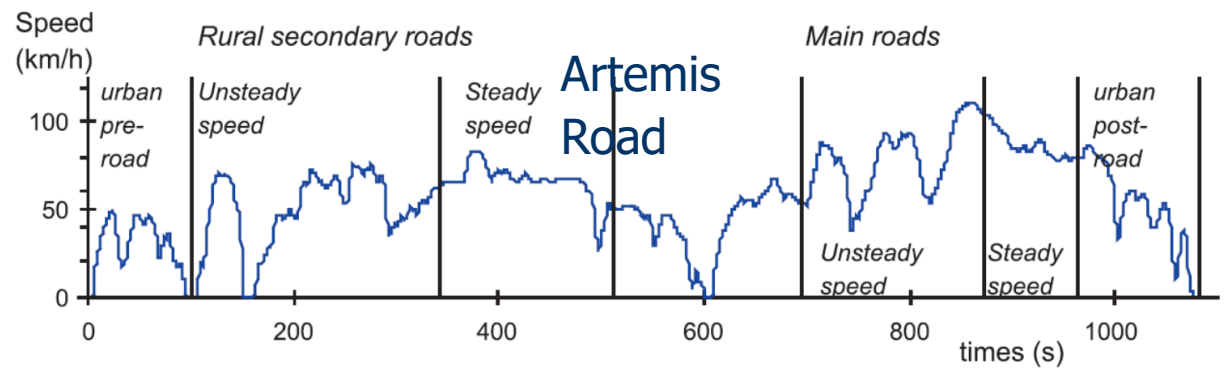
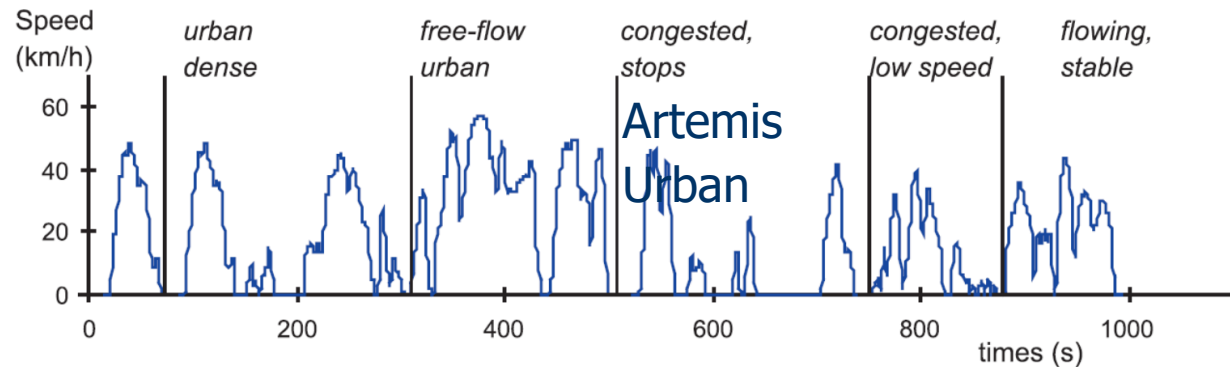
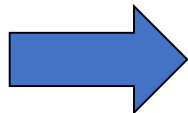
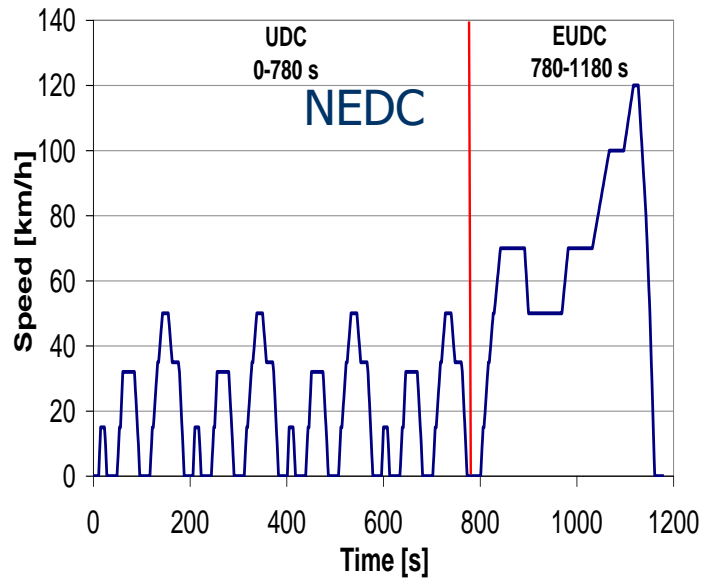
Προσομοίωση οδήγησης εκτός πόλης  
(περιφερειακός δρόμος,  
αυτοκινητόδρομος)



# Μετρήσεις εκπομπών ρύπων αυτοκινήτου



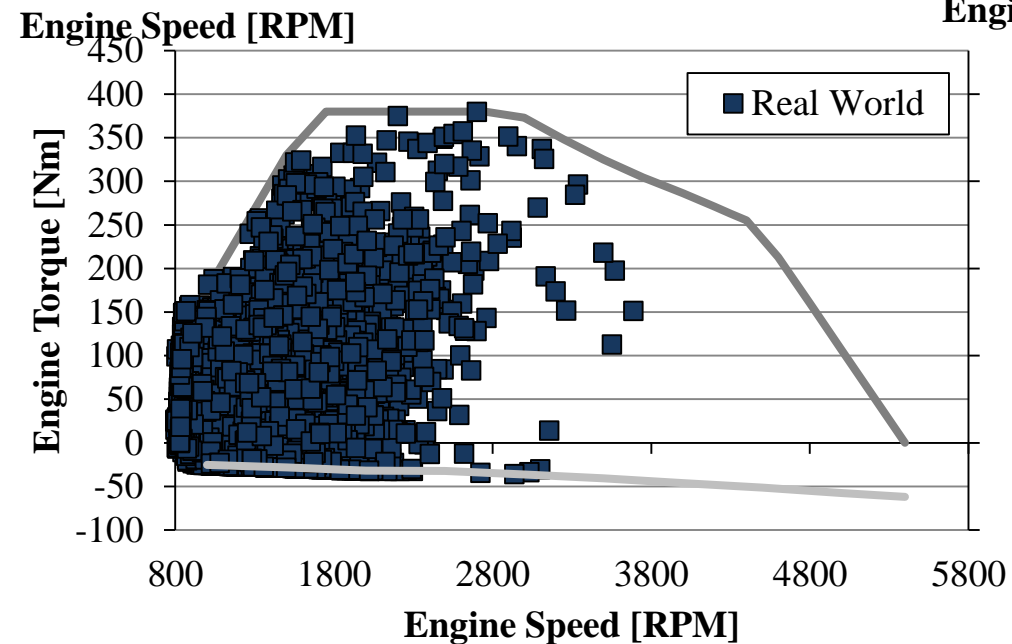
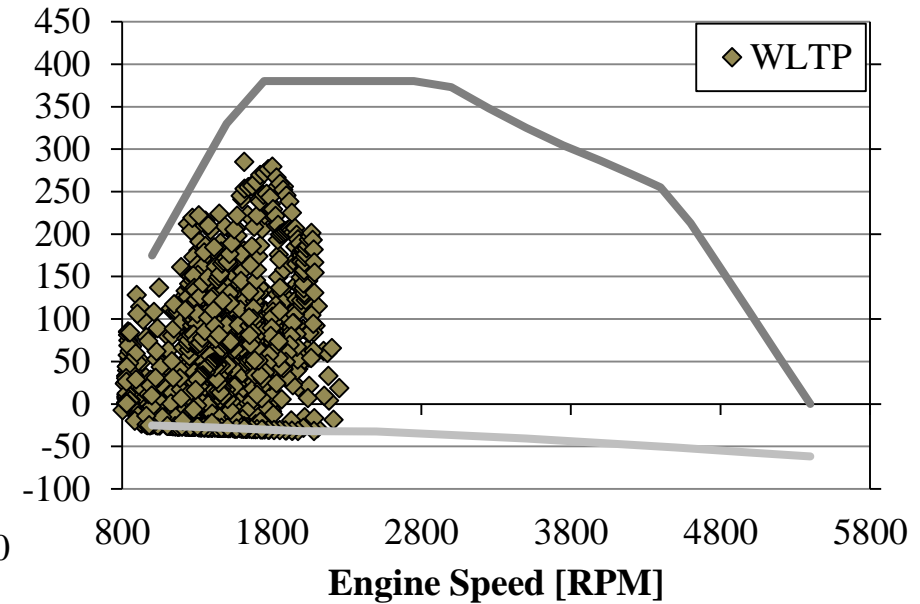
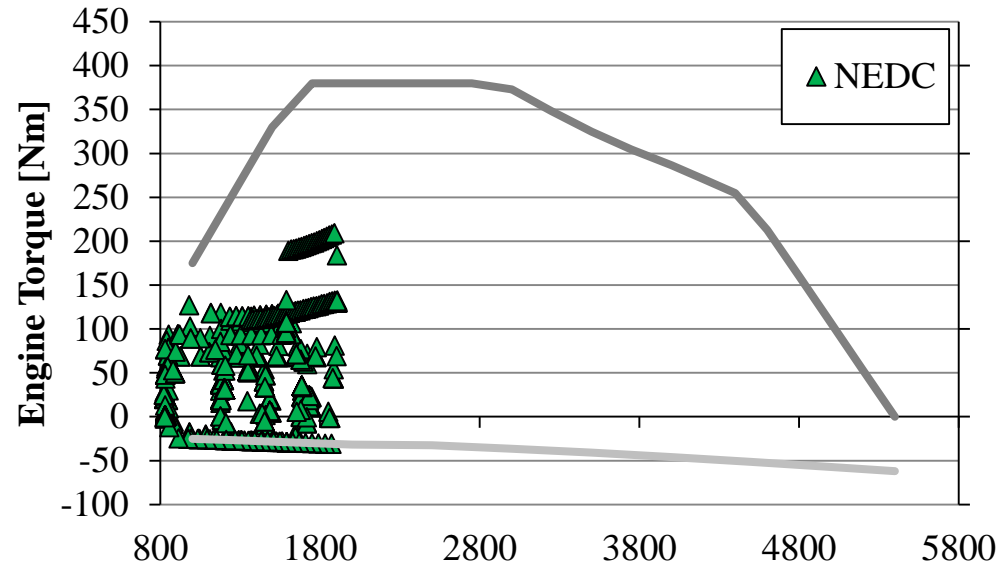
# Κύκλοι οδήγησης για δοκιμή εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης καυσίμου



NEOS!



# Χάρτης λειτουργίας που καλύπτει κάθε κύκλος



Τάσεις στις μεταφορές  
Ενεργειακή κατανάλωση  
Εκπομπές ρύπων  
Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων  
Μέτρηση εκπομπών ρύπων  
**Το «νέο» πρόβλημα**  
Επιλογές για το μέλλον  
Επίλογος

# Ποιο είναι το νέο πρόβλημα;

Εντός εργαστηρίου....

Ο άξονας που δεν έχει κίνηση δεν περιστρέφεται

Η τριβή του δρόμου προσομοιώνεται με μεταλλικούς κυλίνδρους



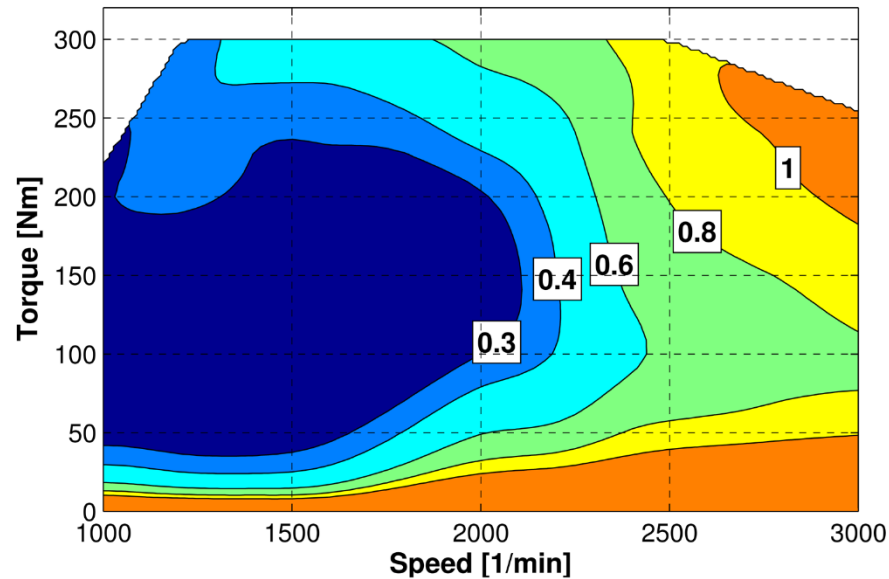
Δεν περιστρέφεται καθόλου το τιμόνι

1. Η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται στους 22-28°C
2. Το όχημα οδηγείται πριν τη μέτρηση με συγκεκριμένο τρόπο

- Το όχημα μπορεί να «καταλάβει» ότι είναι σε μέτρηση με διάφορους τρόπους!

# Αν το όχημα «καταλαβαίνει» ότι είσαι σε μέτρηση...

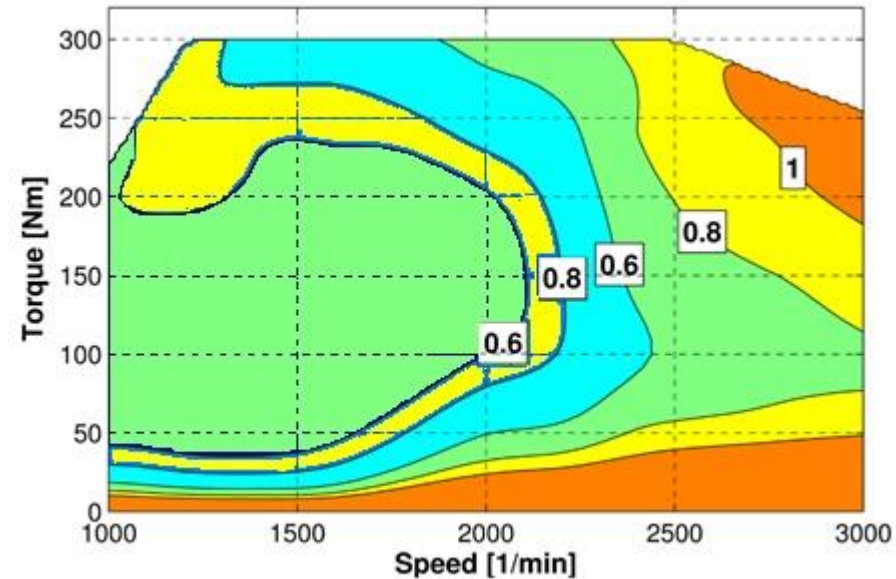
Εντός εργαστηρίου



Τυπικός χάρτης NOx [Regulated]

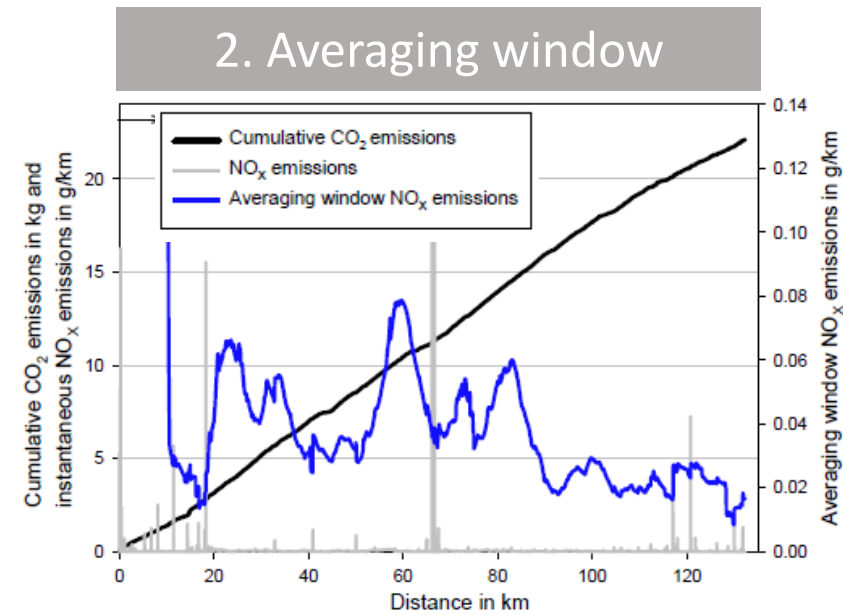
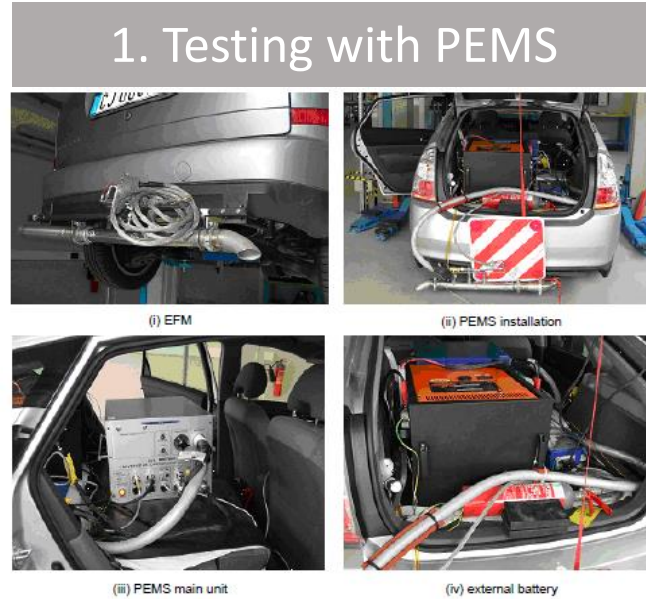
Source: Nuesch et al., Energies 2014, 7(5), 3148-3178

Εκτός εργαστηρίου

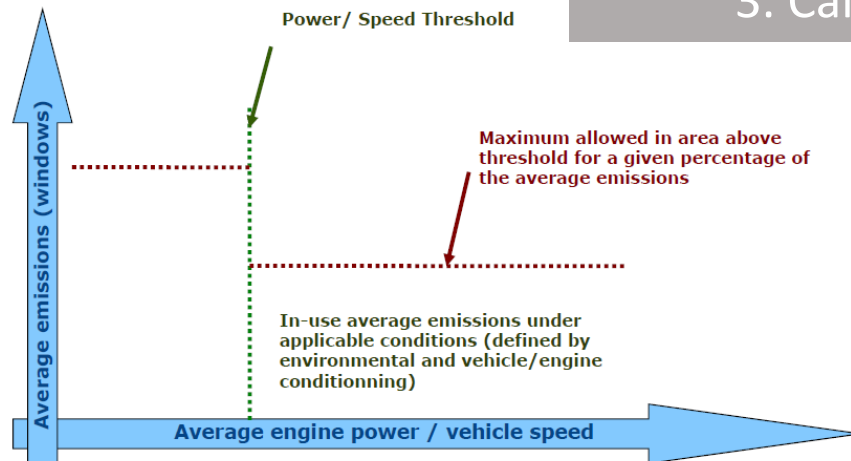


Άτυπος χάρτης NOx

# Μέτρηση εκπομπών ρύπων σε πραγματικές συνθήκες εκτός εργαστηρίου (στο δρόμο)



### 3. Calculations



- A given number of points within testing boundary conditions should be within limits
- E.g. HDV IUC: 90% of valid windows lower than 1.5 x Emis. Stand.

# Είναι τα ντίζελ ρυπογόνα;

- Τα θέματα των ΝΟ<sub>x</sub> ανέκυψαν επειδή έγινε εκμετάλλευση των παραθύρων της νομοθεσίας
- Υπάρχει αποτελεσματική τεχνολογία μείωσης ΝΟ<sub>x</sub> – μπορεί να μειώσει τις εκπομπές ΝΟ<sub>x</sub> εντός των απαιτούμενων ορίων
  - 10 χρόνια πριν η ίδια συζήτηση για τα σωματίδια των πετρελαιοκινητήρων οδήγησε σε λύση βάζοντας όριο εκτός από τη μάζα και στον αριθμό των εκπεμπόμενων σωματιδίων
- Θεσπίστηκε η μέτρηση και έλεγχος των ΝΟ<sub>x</sub> σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης
- Ο ταυτόχρονος έλεγχος ΝΟ<sub>x</sub> και ΡΜ είναι ακριβός και γι' αυτό σταδιακά οι βενζινοκινητήρες θα αντικαταστήσουν τους πετρελαιοκινητήρες στα μεσαία και μικρά οχήματα



Τάσεις στις μεταφορές  
Ενεργειακή κατανάλωση  
Εκπομπές ρύπων  
Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων  
Μέτρηση εκπομπών ρύπων  
Το «νέο» πρόβλημα  
**Επιλογές για το μέλλον**  
Επίλογος

# Τι έρχεται στο μέλλον;

- Περαιτέρω βελτίωση με βάση τη Μηχανής Εσωτερικής Καύσης
- Νέα καύσιμα
  - Βιοκαύσιμα
  - Ανανεώσιμο πετρέλαιο (καταλυτική υδρογονοεπεξεργασία)
  - Φυσικό αέριο (CNG/LNG)
- Υβριδικά οχήματα
- Υβριδικά οχήματα με δυνατότητα φόρτισης από πρίζα
- Ηλεκτρικά οχήματα

# Ηλεκτρικά οχήματα: όχι απαραίτητα πανάκεια

Region	Carbon Intensity gCO <sub>2</sub> /kWh	BMW i3 EV gCO <sub>2</sub> /km	BMW 114d Diesel gCO <sub>2</sub> /km	Improvement (%)
Austria	203	26	95	72
Greece	486	64	95	33
Bosnia & Herzegovina	745	98	95	-3

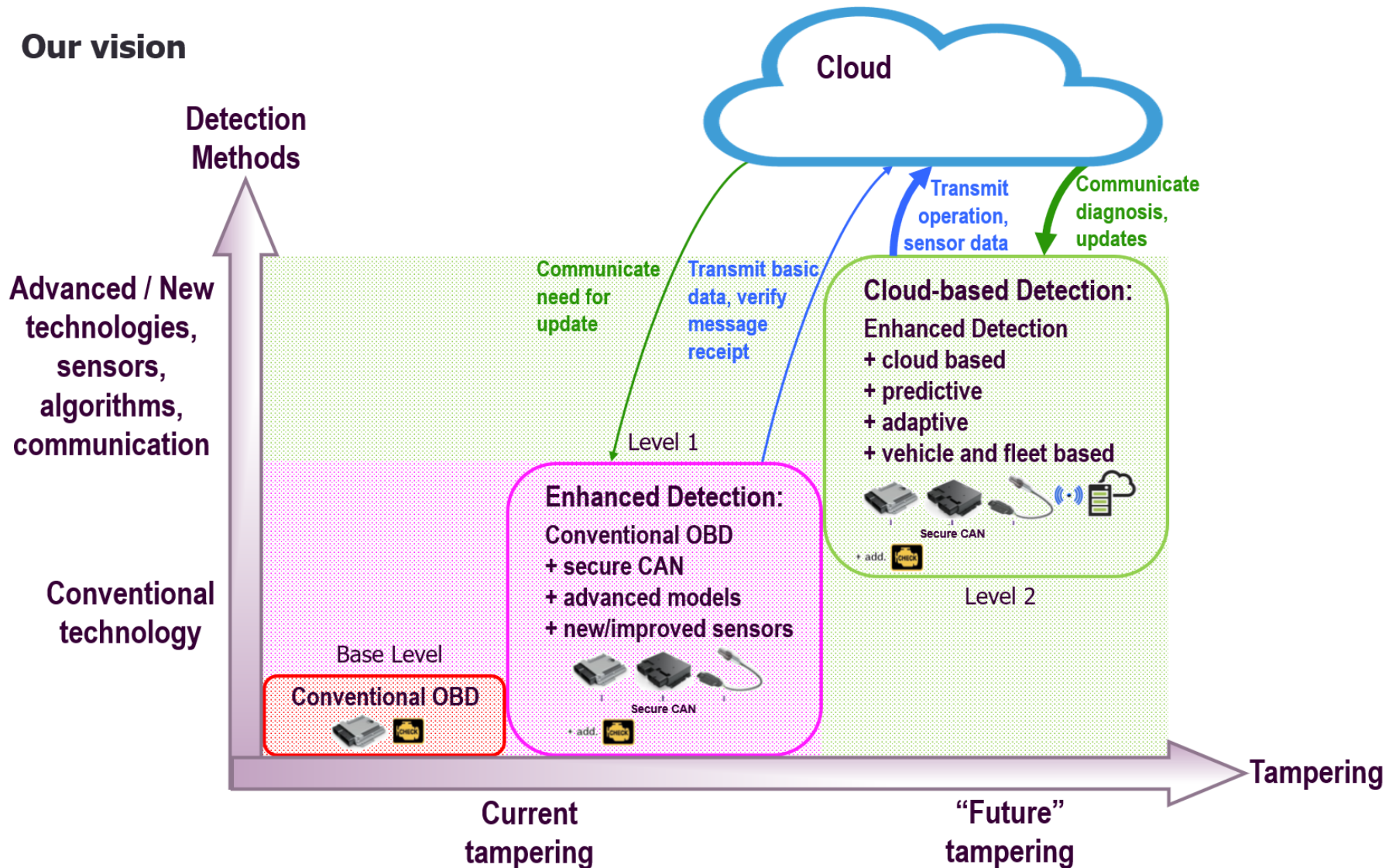
Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί γενικά να φέρουν οφέλη σε CO<sub>2</sub>, αλλά:

- Τα οφέλη μπορεί να μην είναι πάντα εντυπωσιακά
- Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι και αρνητικά

Carbon intensity data: [www.electricitymap.org](http://www.electricitymap.org)

BMW i3, energy consumption: 13.1 kWh/km

# Η ευθύνη και το κόστος της ρύπανσης στο χρήστη



Τάσεις στις μεταφορές  
Ενεργειακή κατανάλωση  
Εκπομπές ρύπων  
Τεχνολογίες μείωσης εκπομπών ρύπων  
Μέτρηση εκπομπών ρύπων  
Το «νέο» πρόβλημα  
Επιλογές για το μέλλον  
**Επίλογος**

# Επίλογος

- Οι εκπομπές ρύπων από τις μεταφορές δεν μειώνονται όσο πρέπει παρά την τεχνολογική πρόοδο εξαιτίας:
  - Αύξησης της χρήσης των οχημάτων
  - Αδυναμιών στη νομοθεσία που οδήγησαν σε αύξηση των ρύπων κάποιων οχημάτων
- Υπάρχει η δυνατότητα περαιτέρω μείωσης των ρύπων και της κατανάλωσης από τις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης με ανάλογο όμως κόστος
- Τα εναλλακτικά καύσιμα και η ηλεκτροκίνηση αποτελούν λύση για το μέλλον αλλά απαιτείται προσοχή καθώς:
  - Το όφελος στην κατανάλωση καυσίμου δεν είναι πάντα σημαντικό
  - Ενδέχεται να υπάρξουν και αρνητικές συνέπειες ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής
- Η εξέλιξη απαιτεί χρήση όλων των πηγών ενέργειας μέχρι να αναπτυχθούν οικονομικά βιώσιμες τεχνολογικές λύσεις

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας



Σάββας Γκειϊβανίδης  
Επίκουρος Καθηγητής  
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.  
ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας  
✉ [savas.geivanidis@teicm.gr](mailto:savas.geivanidis@teicm.gr)