



Επίδραση Ενεργειακών Εξελίξεων στην Ποιότητα Αέρα Ελληνικών Πόλεων

Καθ. Νικόλαος Μουσιόπουλος
Πρόεδρος Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών
Κοσμήτορας Πολυτεχνικής Σχολής

Συν-συγγραφείς

- Ε.-Α. Καλογνώμου, Φ. Μπάρμπας, Ι. Ντούρος,
Χ. Νανέρης, Ι. Οσσανλής, Σ. Ελευθεριάδου

Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και
Περιβαλλοντικής Μηχανικής

- Ζ. Σαμαράς, Μ. Γιαννούλη, Γ. Μέλλιος

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

U2

Να γίνει προσπάθεια διάκρισης technical vs. non-technical measures

User: 11/4/2007

Περιεχόμενα

- Υφιστάμενη κατάσταση ποιότητας αέρα σε μεγάλες Ελληνικές πόλεις
- Επιμερισμός ευθυνών σε επιμέρους κατηγορίες πηγών ρύπανσης
- Επίδραση ενεργειακών εξελίξεων στις ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων
- Συμπεράσματα

U7

Να γίνει προσπάθεια διάκρισης technical vs. non-technical measures

User: 11/4/2007

Περιεχόμενα

- Υφιστάμενη κατάσταση ποιότητας αέρα σε μεγάλες Ελληνικές πόλεις
- Επιμερισμός ευθυνών σε επιμέρους κατηγορίες πηγών ρύπανσης
- Επίδραση ενεργειακών εξελίξεων στις ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων
- Συμπεράσματα

U3

Να γίνει προσπάθεια διάκρισης technical vs. non-technical measures

User; 11/4/2007

Επιπτώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης

- Ανεπανόρθωτες φθορές σε μνημεία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.
- Αλλοίωση των εξωτερικών επιφανειών των κτιρίων (με συνεπαγόμενο κόστος).
- Κακοσμία και δυσφορία
- Κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία

(σχετίζεται με την παρουσίαση άσθματος σε παιδιά, προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα και καρδιαγγειακές παθήσεις)

➔ Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι μακροχρόνια έκθεση σε PM_{10} οδηγεί σε 350 θανάτους ανά 1 εκατομ. πληθυσμού για κάθε $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ πάνω από το όριο των $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ποιότητα αέρα - Νομοθεσία

- Παλαιά και νέα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να προσαρμοσθούν στη νέα νομοθεσία που θέτει αυστηρές οριακές τιμές συγκεντρώσεων ρύπων προς προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος.
- Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία ακολουθεί τις οριακές τιμές που προτείνονται από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (Π.Ο.Υ.) και απαιτεί από τα κράτη-μέλη να λάβουν μέτρα ώστε να επιτευχθεί σταδιακή βελτίωση της ποιότητας αέρα, με στόχο την συμμόρφωση με τις μελλοντικές οριακές τιμές.

Όρια ποιότητας αέρα

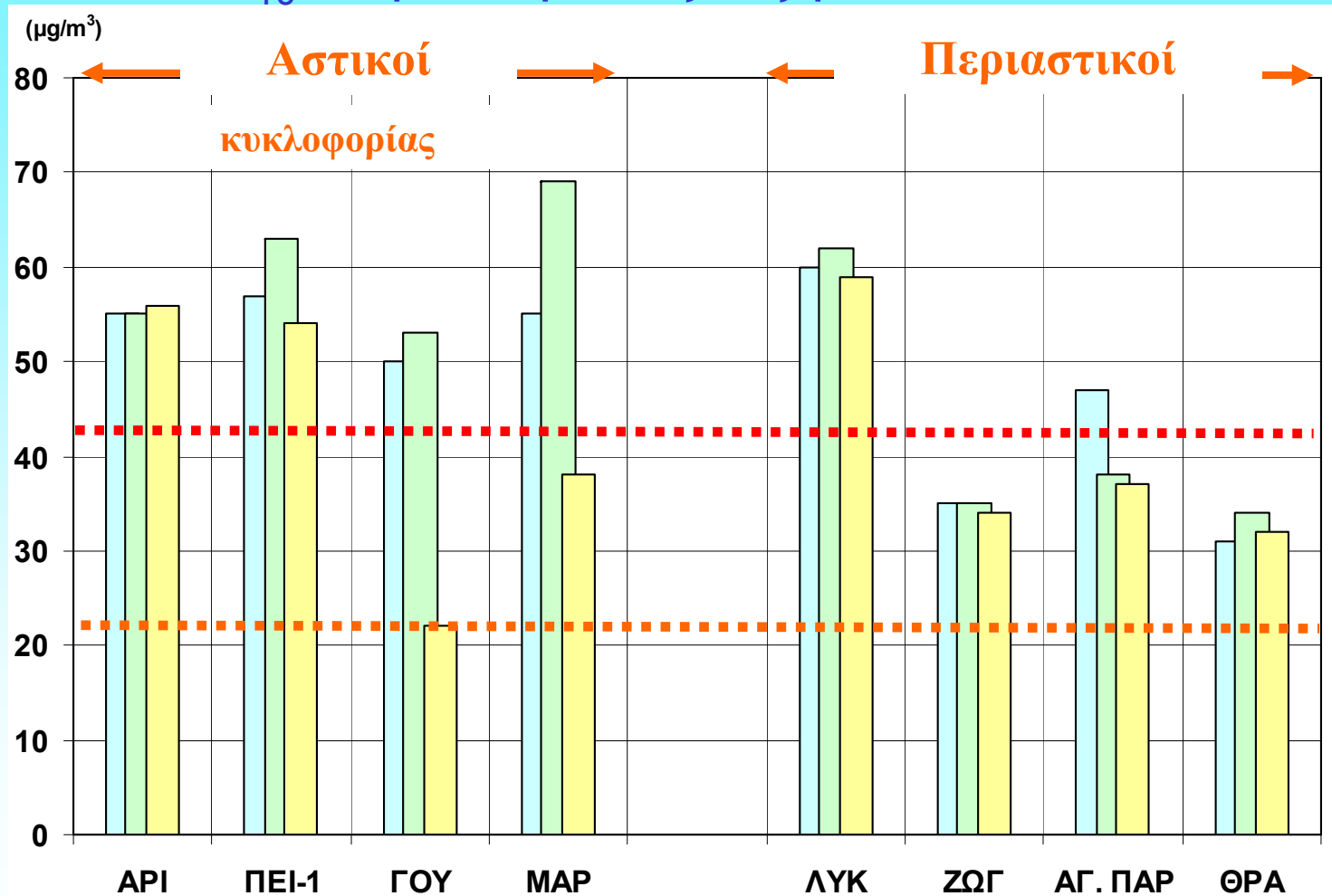
												Επιτρεπόμενες υπερβάσεις
PM₁₀ (μg/m³)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Μέση 24ωρη οριακή τιμή	75	70	65	60	55	50					50	Όχι > από 35 ημέρες το έτος Όχι > από 7 ημέρες το έτος
Ετήσια οριακή τιμή	48	46,4	44,8	43,2	41,6	40					20	
NO₂ (μg/m³)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Ωριαία οριακή τιμή	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200	Όχι > από 18 ώρες το έτος
Ετήσια οριακή τιμή	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	
O₃ (μg/m³)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Μέγιστος ημερίσιος 8-ωρος μέσος όρος	120	Παραμένει το ίδιο για όλα τα έτη										Όχι > από 25 ημέρες το έτος

Με γκρίζο η ημερομηνία έναρξης ισχύς της νομοθεσίας

Υφιστάμενη κατάσταση

(1/5)

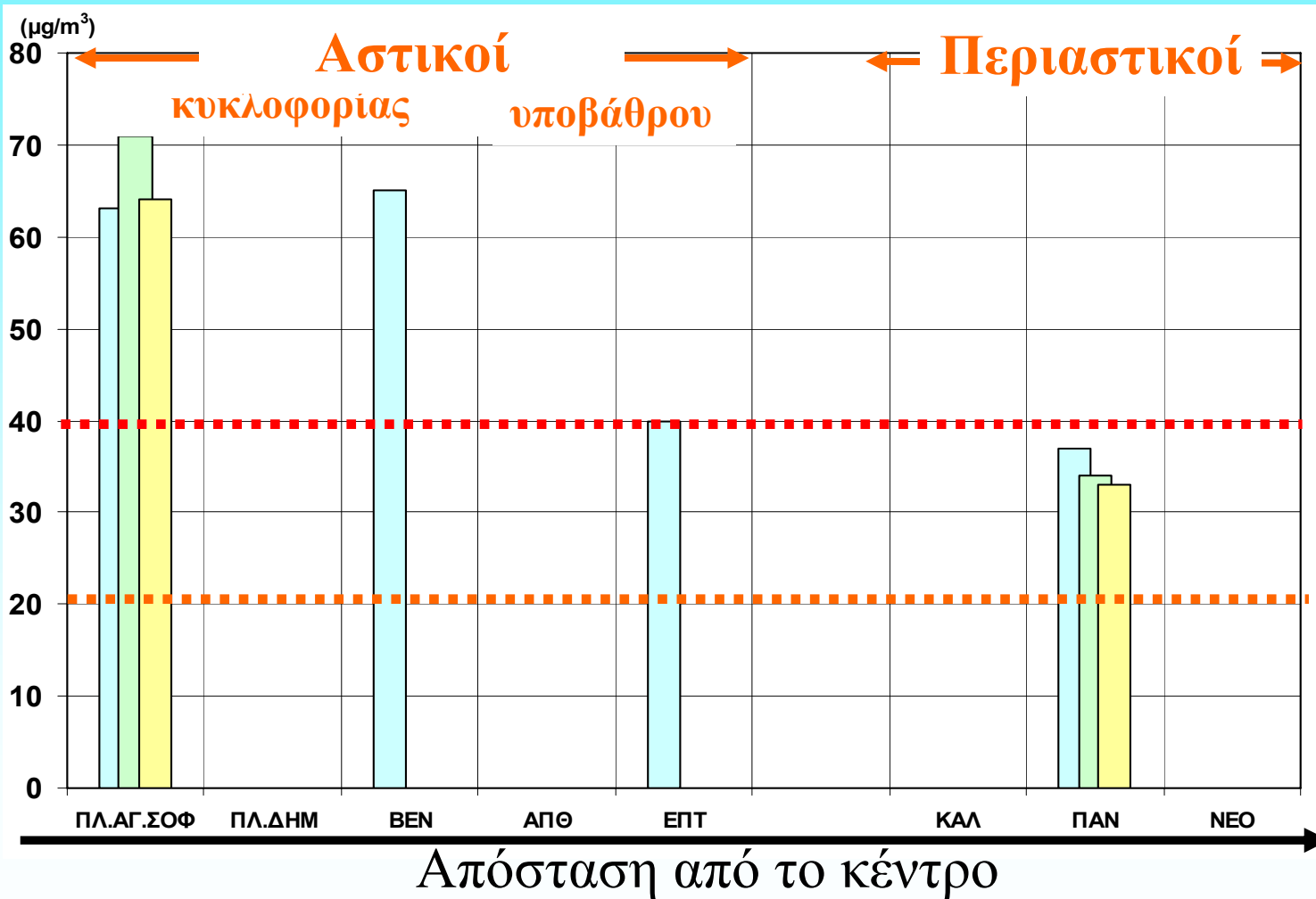
PM₁₀ στην Αθήνα, εξέλιξη 2001-2003



Υφιστάμενη κατάσταση

(2/5)

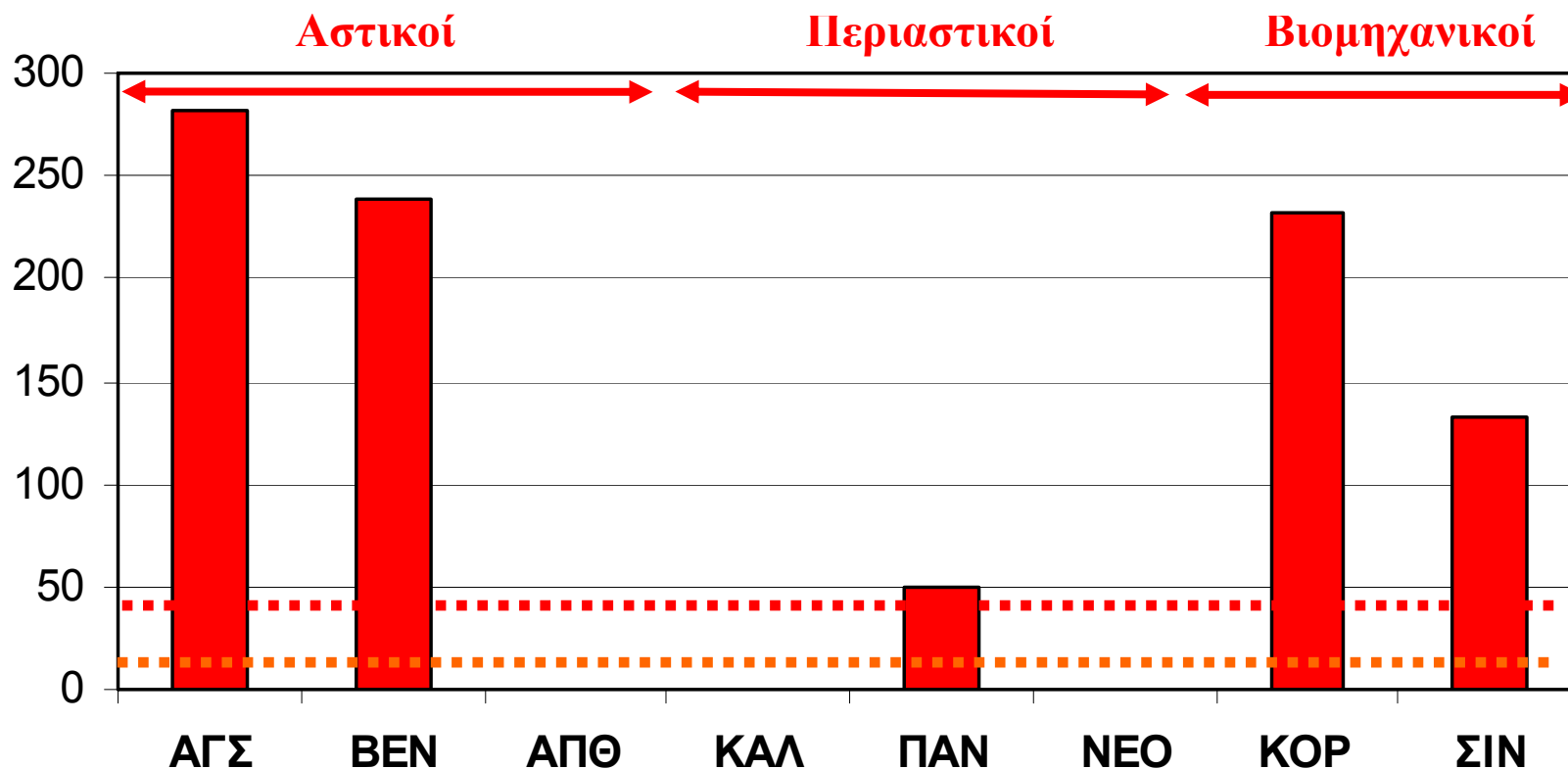
PM₁₀ στη Θεσσαλονίκη, εξέλιξη 2001-2003



Υφιστάμενη κατάσταση

(3/5)

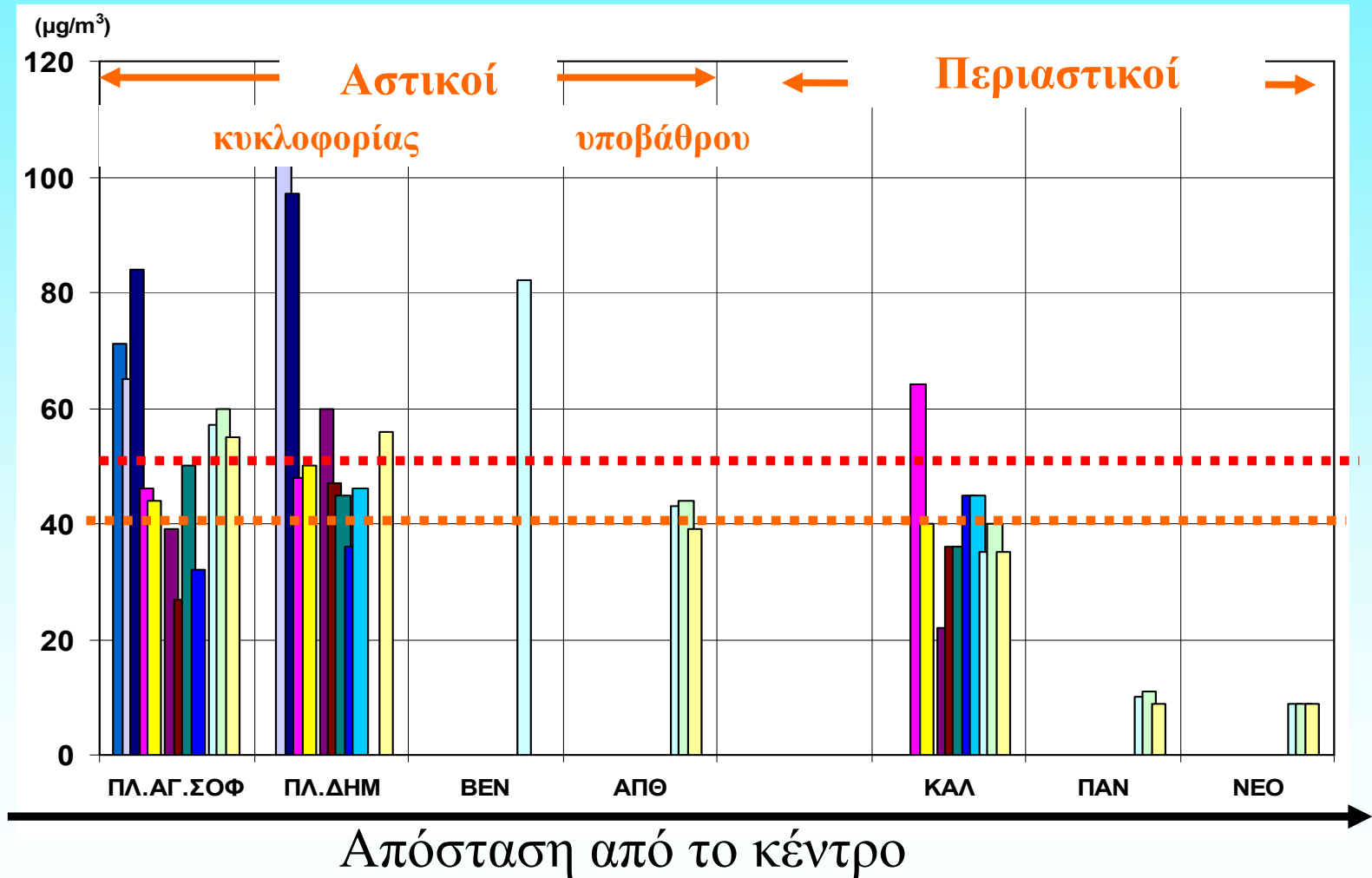
PM₁₀ στη Θεσσαλονίκη, ημέρες υπέρβασης το 2002



Υφιστάμενη κατάσταση

(4/5)

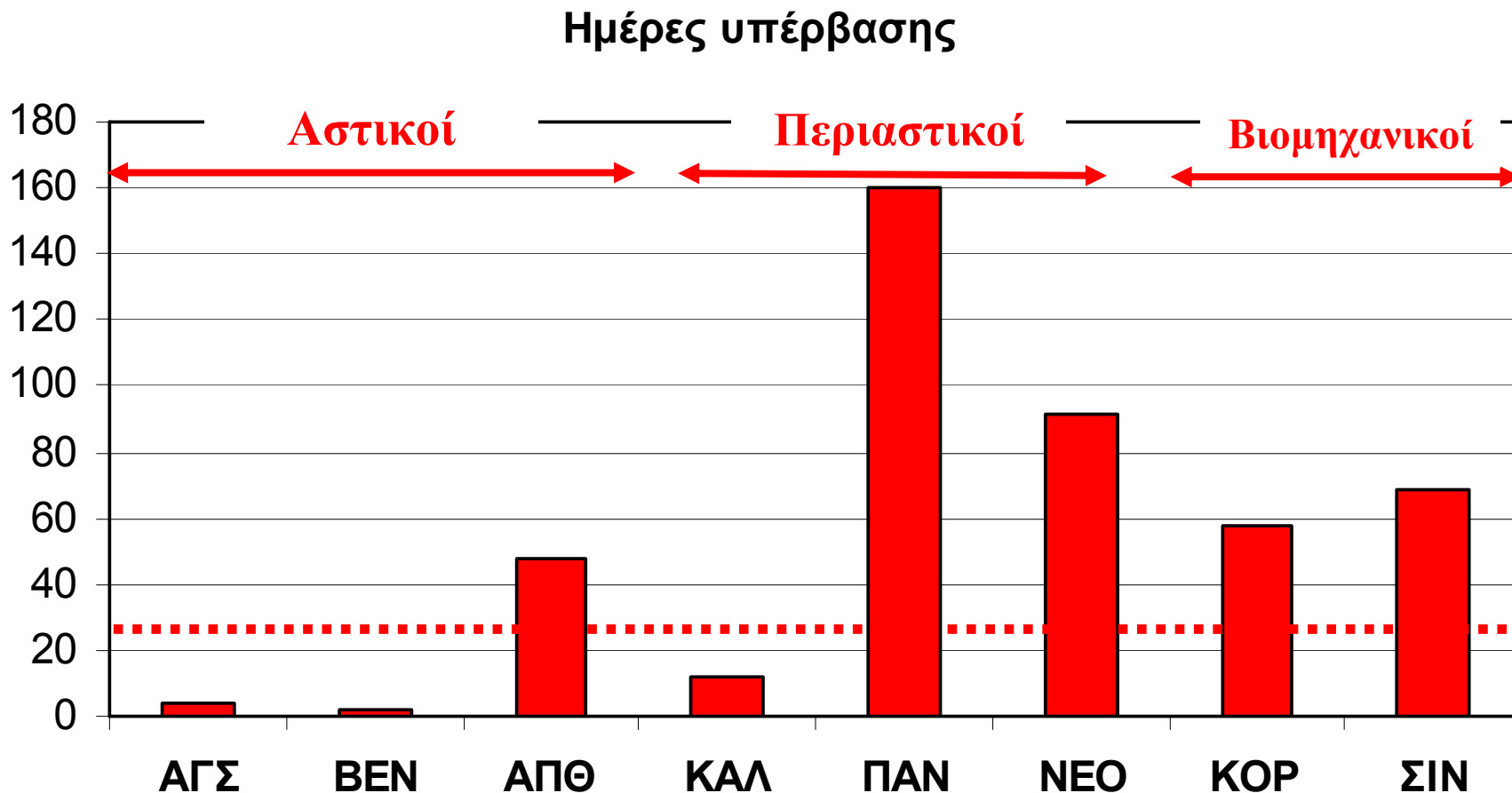
NO₂ στη Θεσσαλονίκη, εξέλιξη 1990-2003



Υφιστάμενη κατάσταση

(5/5)

O₃ στη Θεσσαλονίκη, ημέρες υπέρβασης το 2002



Υφιστάμενη κατάσταση Συμπεράσματα

- **PM_{10}** : Παρατηρούνται σημαντικές υπερβάσεις όλων των ορίων, ιδιαίτερα του αριθμού ημερών με μέση συγκέντρωση άνω των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- **NO_2** : Παρατηρούνται υπερβάσεις του ετήσιου μέσου όρου, αλλά και μεμονωμένες ωριαίες υπερβάσεις σε αστικούς σταθμούς κυκλοφορίας.
- **O_3** : Η οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, <25 ημέρες) υπερβαίνεται συστηματικά στους περισσότερους σταθμούς, κυρίως στην περιφέρεια των αστικών κέντρων.

Περιεχόμενα

- Υφιστάμενη κατάσταση ποιότητας αέρα σε μεγάλες Ελληνικές πόλεις
- Επιμερισμός ευθυνών σε επιμέρους κατηγορίες πηγών ρύπανσης
- Επίδραση ενεργειακών εξελίξεων στις ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων
- Συμπεράσματα

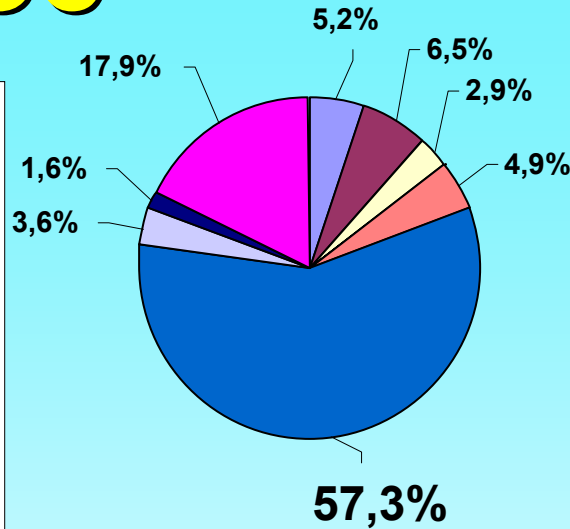
U4

Να γίνει προσπάθεια διάκρισης technical vs. non-technical measures

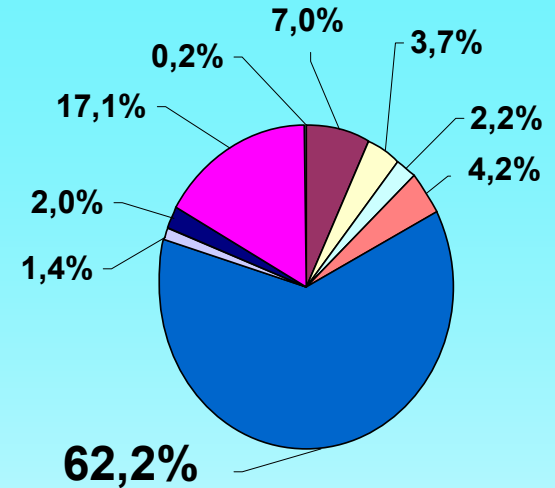
User; 11/4/2007

NOx και VOC

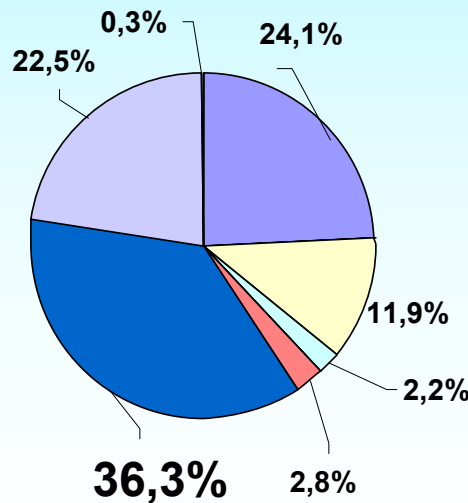
Ελλάδα VOC



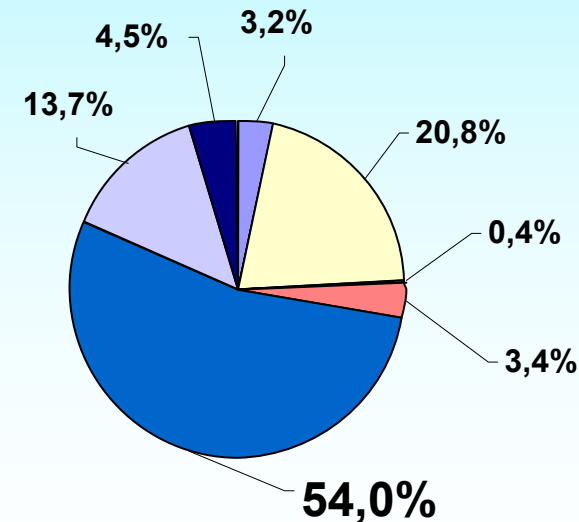
Ν. Θεσ/νίκης VOC



Ελλάδα NOx



Ν. Θεσ/νίκης NOx



- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Εξόρυξη και διανομή ορυκτών καυσίμων
- Καύση στη Βιομηχανία
- Γεωργία
- Διαχείριση και αποκομιδή λημμάτων
- Καύση στο εμπόριο, ιδρύματα, κατοικίες
- **Οδικές Μεταφορές**
- Λοιπές μεταφορές
- Παραγωγικές διαδικασίες
- Χρήση διαλυτών

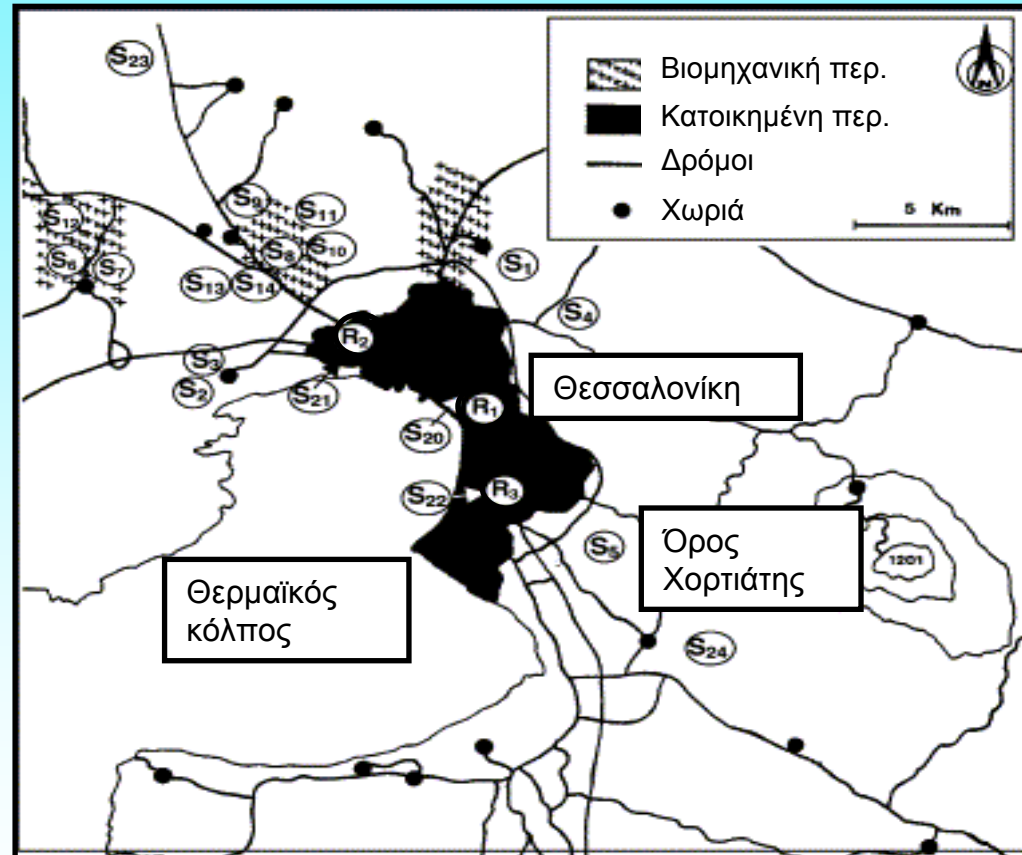
PM₁₀ στη Θεσσαλονίκη

(1/2)

Μελέτη Εργαστηρίου Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, ΑΠΘ

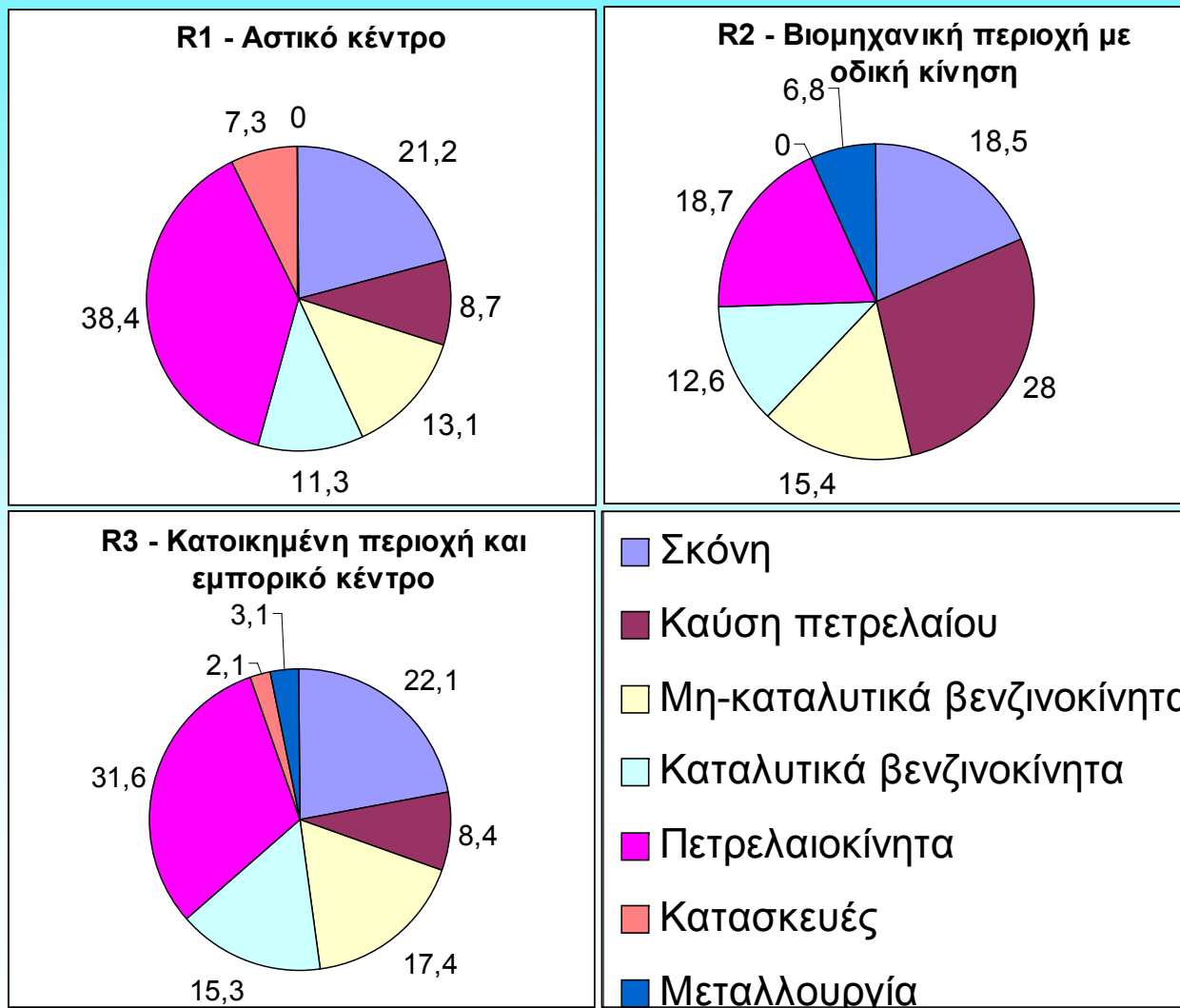
- Χρονικό διάστημα:
Ιούνιος '97-Ιούνιος '98
- Μέθοδος:
CMB (Chemical Mass Balance)
- Σταθμοί δειγματοληψίας:
Τρεις
- Ρύποι:
Αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀)

- Υπεύθυνος:
Αν. Καθ. Κ. Σαμαρά



PM₁₀ στη Θεσσαλονίκη

(2/2)



Επιμερισμός ευθυνών

Συμπεράσματα

- Η πηγή με τη μέγιστη συνεισφορά είναι η οδική κυκλοφορία με ποσοστά της τάξης του 60%.
- Η συνεισφορά της πετρελαιοκίνησης είναι μεγαλύτερη από αυτήν της βενζινοκίνησης.
- Τα αποτελέσματα έδειξαν λίγο χαμηλότερη συνεισφορά των καταλυτικών σε σχέση με τα μη-καταλυτικά οχήματα.
- Κατά τη διάρκεια της μελέτης, το 50% των βενζινοκίνητων οχημάτων ήταν εξοπλισμένα με καταλύτη, γεγονός που μπορεί να παραπέμπει σε πιθανή δυσλειτουργία τους.
- Πηγή με σημαντική συνεισφορά (~20%) είναι και η σκόνη με προέλευση τους δρόμους, κυρίως λόγω επαναιώρησης.

Περιεχόμενα

- Υφιστάμενη κατάσταση ποιότητας αέρα σε μεγάλες Ελληνικές πόλεις
- Επιμερισμός ευθυνών σε επιμέρους κατηγορίες πηγών ρύπανσης
- Επίδραση ενεργειακών εξελίξεων στις ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων
- Συμπεράσματα

U5

Να γίνει προσπάθεια διάκρισης technical vs. non-technical measures

User; 11/4/2007

Ηλεκτροπαραγωγή και αέρια ρύπανση

Στο κόκκινο η ρύπανση στην Κοζάνη

«Μαύρισε» ο ουρανός εξαιτίας της σκόνης που εκπέμπουν τα ορυχεία και οι σταθμοί της ΔΕΗ

Σε επίπεδα ρεκόρ έφτασε χθες η ρύπανση για άλλη μια φορά στη λεκάνη του ενεργειακού κέντρου Κοζάνης - Πτολεμαΐδας, προκαλώντας αφόρητες συνθήκες για τους κατοίκους της περιοχής και τους εργαζόμενους της ΔΕΗ. Η ανεξέλεγκτη ρύπανση από τα ορυχεία και τους σταθμούς της ΔΕΗ ήταν η αιτία να εγκατασταθεί στην ευρύτερη περιοχή ένα νέφος από τέφρα, σκόνη και ακοιούμενα σωματίδια. Ο νεοϊδρυθείς Σύλλογος Περιβάλλοντος και Ποιότητας Ζωής δήμου Δ. Υψηλάντη πραγματοποιεί σήμερα προγραμματισμένη συνάντηση με τη διοίκηση του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας, για να καταθέσει υπόμνημα, με το οποίο ζητά τη λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος.

Όμως το οξύ περιβαλλοντικό επεισόδιο που σημειώθηκε χθες προκάλεσε την άμεση αντίδραση εργαζομένων και τοπικής αυτοδιοίκησης. Δημότες και δημοτικοί σύμβουλοι του δήμου Δ. Υψηλάντη, με επικεφαλής τον δήμαρχο Κυριάκο Μιχαηλίδη καθώς και μέλη του σωματείου της ΔΕΗ "Σπάρτακος", πραγματοποίησαν κατάληψη του πύργου ελέγχου του ορυχείου Καρδιάς, ακινητοποιώντας παράλληλα ολόκληρο τον μηχανολογικό εξοπλισμό του ορυχείου στις 10-11 χτες το πρωί. "Η ρύπανση είναι εφιαλτική, γεγονός που μας ανάγκασε να προβούμε άμεσα σ' αυτήν τη συμβολική κατάληψη του ορυχείου για μία ώρα. Από αύριο (σ.σ. σήμερα) θα κλιμακώσουμε τις κινητοποιήσεις, αφού η ΔΕΗ δεν συγκινείται από τα προβλήματα που

δημιουργεί στους κατοίκους", δήλωσε ο δήμαρχος Δ. Υψηλάντη Κ. Μιχαηλίδης.

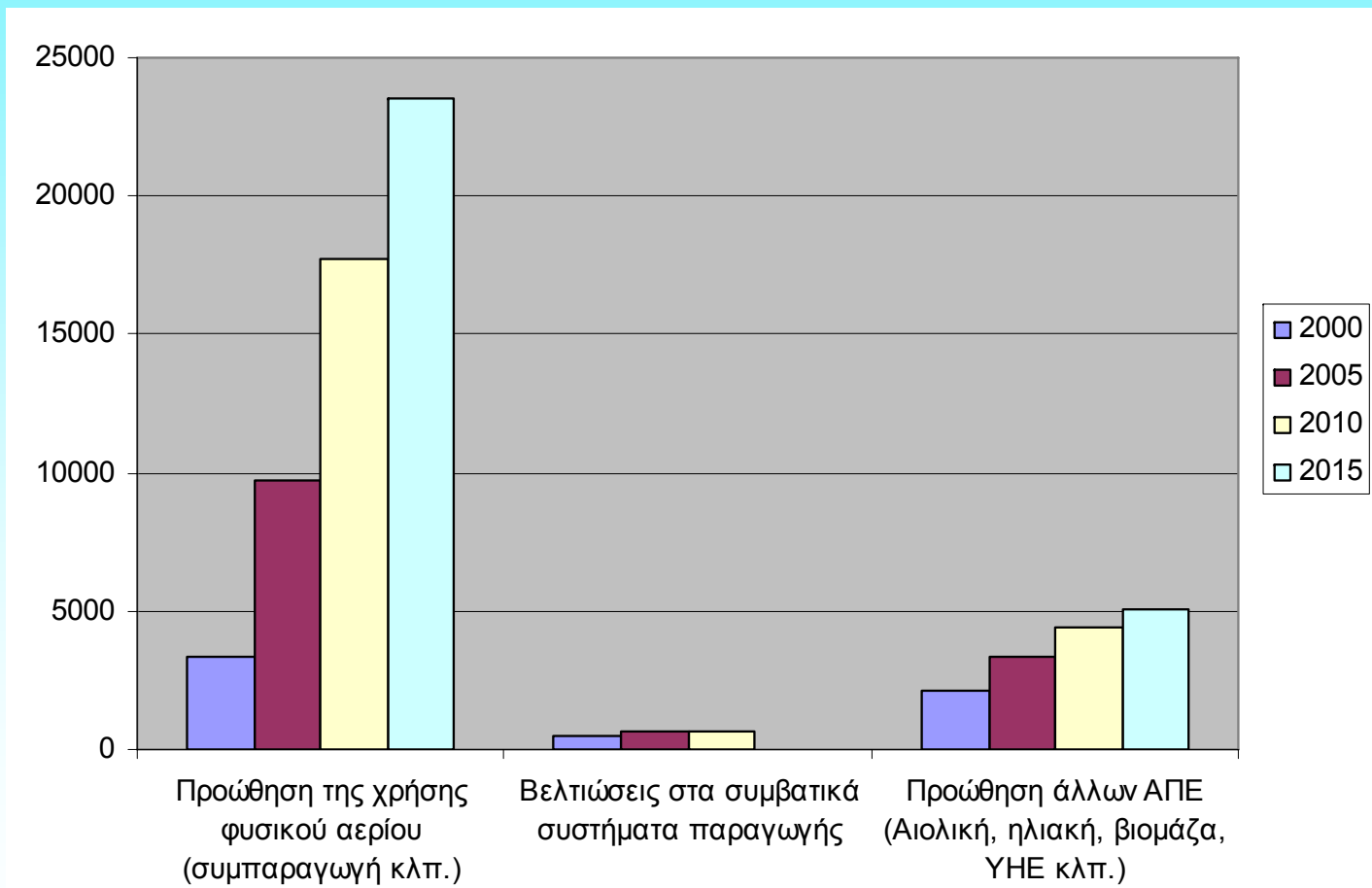
Ο πρόεδρος του σωματείου "Σπάρτακος" Γιώργος Αδαμίδης υπογράμμισε ότι "το σύστημα των ορυχείων αποδείχτηκε για άλλη μια φορά ανέτοιμο για την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Οι δρόμοι δεν καταβρέχονται και τα φορτηγά δημιουργούν σύννεφο σκόνης. Δεν μπορούμε να δούμε σε μια απόσταση πενήντα μέτρων, η ρύπανση χτύπησε κόκκινο". Ούτε όμως και οι σταθμοί της ΔΕΗ είναι αθώοι, αφού, σύμφωνα με το δήμαρχο η εκκίνηση της 4ης μονάδας του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας με πετρέλαιο δημιούργησε χθες ένα μαύρο σύννεφο. Ο κ. Μιχαηλίδης πρόσθεσε επίσης ότι "στο τελευταίο τρίμηνο η 4η μονάδα του ΑΗΣ Καρδιάς

πραγματοποίησε περισσότερες από 30 εκκινήσεις με πετρέλαιο, γεγονός που προκάλεσε πρωτοφανή ρύπανση".

Στη συνάντηση που θα πραγματοποιηθεί σήμερα στις 12 το μεσημέρι στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας, ο πρόεδρος του Συλλόγου Περιβάλλοντος Σάββας Μαυροματίδης θα επιδώσει υπόμνημα στον Διευθυντή του ΑΚΑΜ Χρήστο Δαβλάκα, με το οποίο ζητά τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων, κυρίως ενόψει της έναρξης του νέου ορυχείου Ποντοκάμης. Επίσης, ο δήμαρχος Δ. Υψηλάντη υπογράμμισε ότι προτίθεται μετά τη συνάντηση να συγκαλέσει εκτάκτως τριτοκλασική συνέλευση των εκτάκτως τριτοκλασικών φορέων και σωματείων καθώς και έκτακτο δημοτικό συμβούλιο, όπου θα προτείνει δυναμικές κινητοποιήσεις. **ΧΡΗΣΤΟΣ ΒΗΤΤΑΣ**

Φυσικό αέριο και ΑΠΕ (1/3)

Μειώσεις εκπομπών CO₂ (kt CO₂ eq) με την υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων στην ηλεκτροπαραγωγή



Φυσικό αέριο και ΑΠΕ (2/3)

Όμως.....

- Αναμένεται συνεχής αύξηση στη ζήτηση ενέργειας.
- Παρατηρείται τεράστια γραφειοκρατία στην έκδοση αδειών για υλοποίηση των ΑΠΕ.
- Υπάρχει δυσπιστία στην ανάπτυξη αιολικών πάρκων στα νησιά ή/και σε οροσειρές και των ΜΥΗΕ στα ποτάμια.
- Επιβάλλονται πολύ αυστηρές περιβαλλοντικές δεσμεύσεις.
- Ως αποτέλεσμα, εμφανίζεται δύσκολη η εκπλήρωση του στόχου του 20%, παρά την διαφαινόμενη μεγαλύτερη κινητοποίηση κατασκευής ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια.
- Στο μέλλον ΔΕΗ-Ιδιώτες θα υποχρεούνται να εξαγοράζουν «πράσινα» πιστοποιητικά για τις πλέον του ανεκτού ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων.

Φυσικό αέριο και ΑΠΕ (3/3)

Συμπεράσματα

- Η προώθηση του φυσικού αερίου θα έχει ευνοϊκή επίδραση στην ποιότητα αέρα των Ελληνικών πόλεων.
- Η προώθηση των ΑΠΕ δεν αναμένεται να οδηγήσει σε ουσιώδη αναβάθμιση της ποιότητας αέρα στις μεγαλουπόλεις της Ελλάδας και ιδιαίτερα της Αθήνας, Θεσσαλονίκης.
- Αναβάθμιση (σε πολύ περιορισμένο βαθμό) πιθανότατα θα υπάρξει μόνο σε περιοχές όπου σήμερα λειτουργούν ρυπογόνοι Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί και οι οποίοι **πιθανόν να περιορίσουν τη λειτουργία τους**, όπως π.χ. στην Κοζάνη, το Αμύνταιο, την Πτολεμαΐδα, τη Μεγαλόπολη, τα Χανιά κ.λ.π.

Κυκλοφορία και ποιότητα αέρα (1/6)

- Η εξέλιξη της ποιότητας αέρα στη Θεσσαλονίκη ως το 2020 θα επηρεαστεί κυρίως από παρεμβάσεις στο κυκλοφοριακό, μεταβολές στα καύσιμα και εξελίξεις στην τεχνολογία κινητήρων.
- Υιοθετούνται δύο σενάρια στα οποία συνυπολογίζεται η επίδραση των εξελίξεων αυτών στις συνολικές εκπομπές:
 - ↪ Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης (ΣΑΕ) - Περιλαμβάνει νομοθεσίες που εφαρμόστηκαν ή θεσπίστηκαν μέχρι το τέλος του 2003
 - ↪ Σενάριο Μεγίστων Μειώσεων (ΣΜΜ) - Περιλαμβάνει μέτρα που βρίσκονται υπό συζήτηση για να ισχύσουν από το 2010 και μετά.

Κυκλοφορία και ποιότητα αέρα (2/6)

Όρια εκπομπών NO_x και PM για τις τεχνολογίες Euro IV, Euro V και Euro VI

Κατηγορία οχήματος / όριο εκομπών	NO _x	PM
Πετρελαιοκίνητα επιβατικά	g/km	mg/km
Euro IV	0,25	25
'with measures'	0,065	2
Βαριά φορτηγά	g/kWh	mg/kWh
Euro V	2,0	30
'with measures'	1,4	15

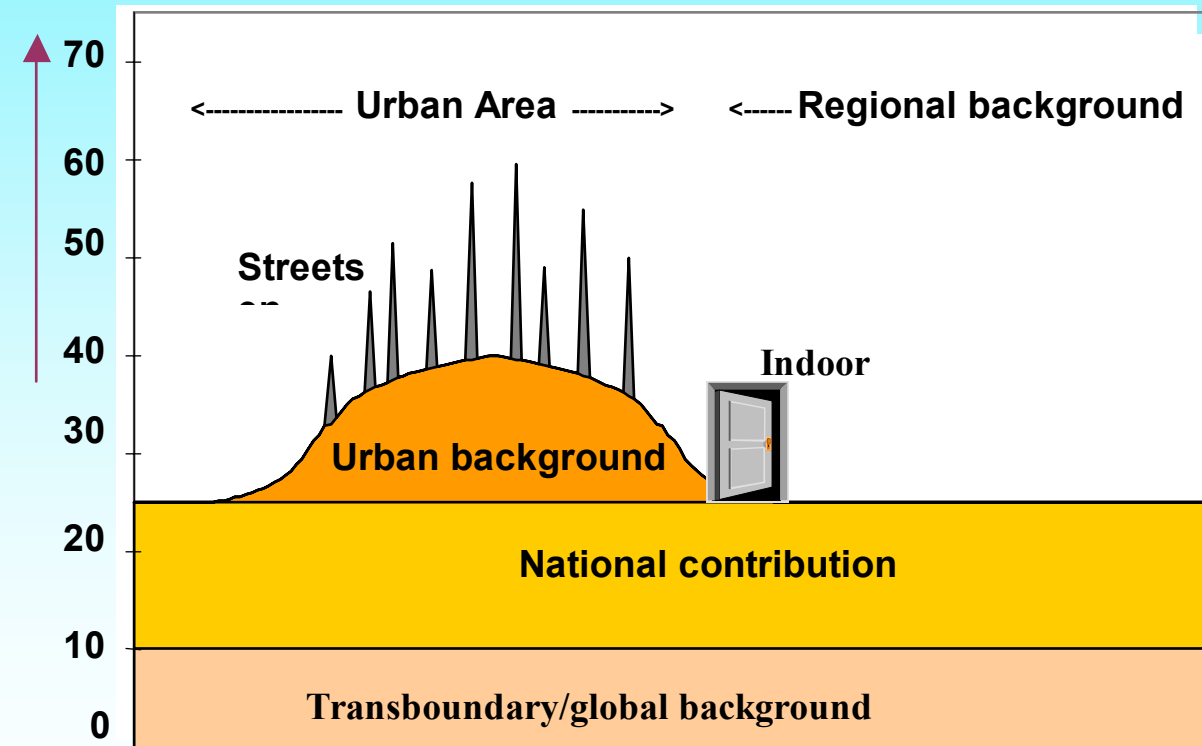
Μείωση 75%

Μείωση 92%

Κυκλοφορία και ποιότητα αέρα (3/6)

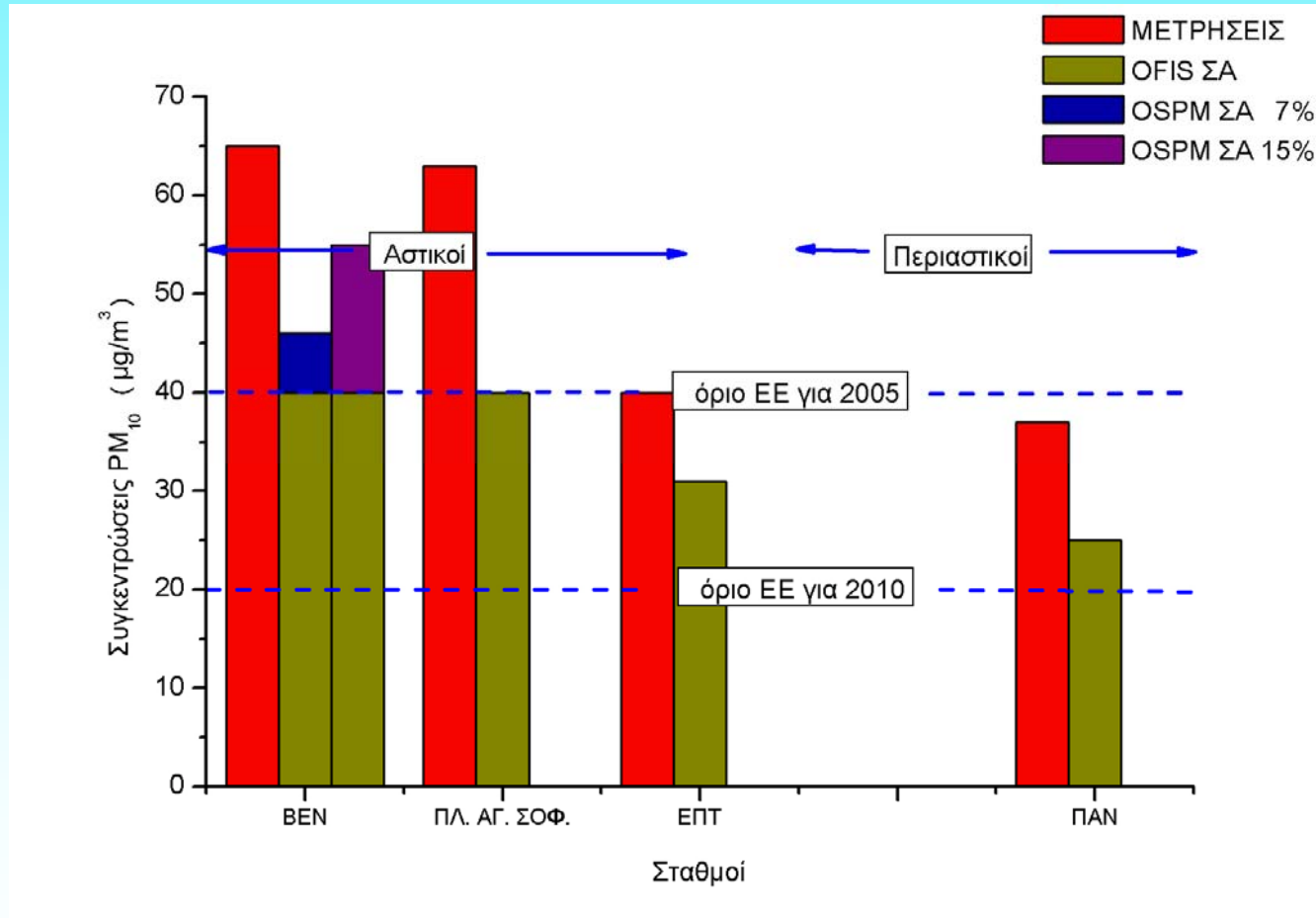
Ανάλυση της αέριας ρύπανσης με γνώμονα την προέλευσή της

Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Κυκλοφορία και ποιότητα αέρα (4/6)

Επιδόσεις των μοντέλων ποιότητας αέρα

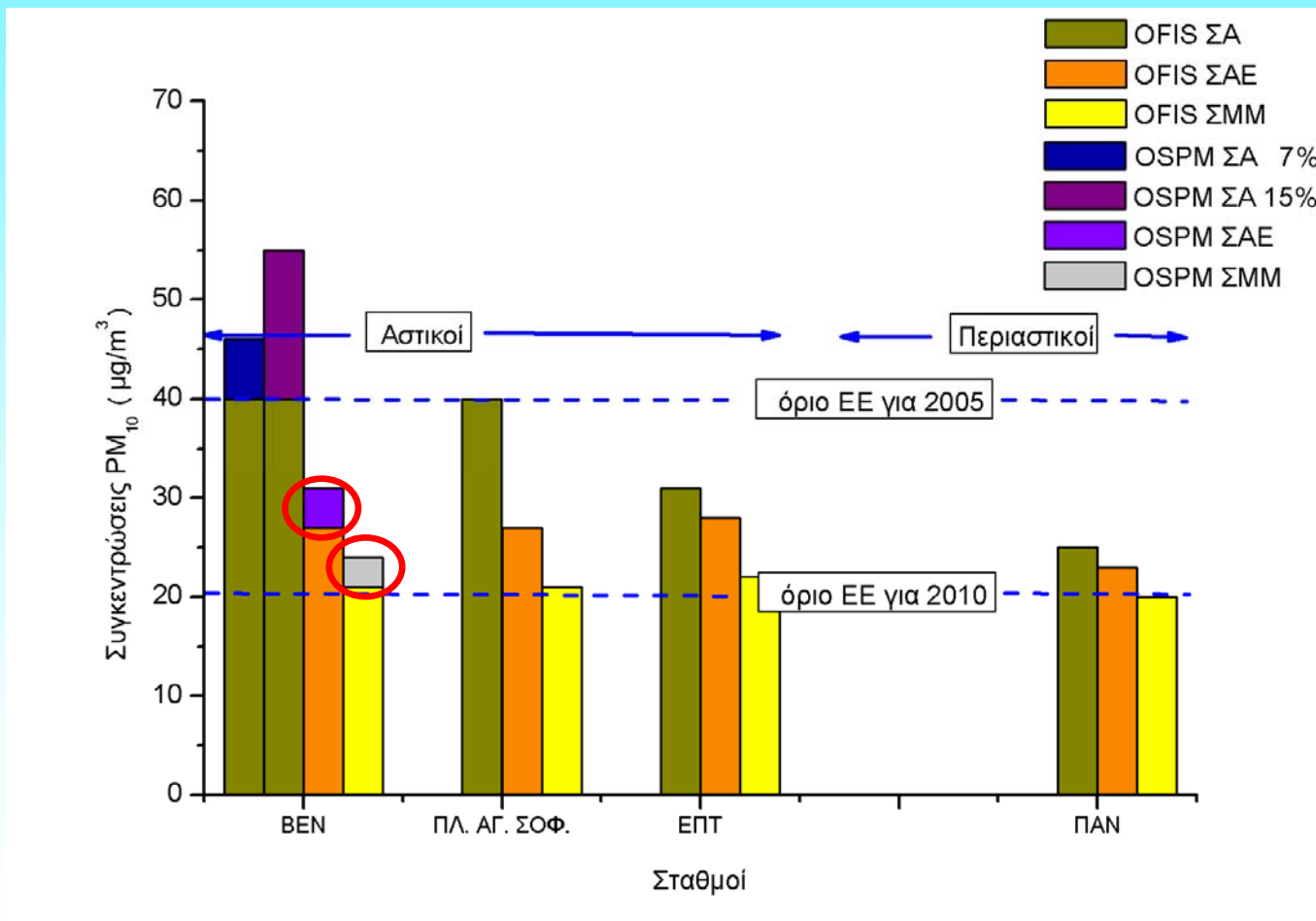


(Μέση συγκέντρωση PM_{10} το 2001)

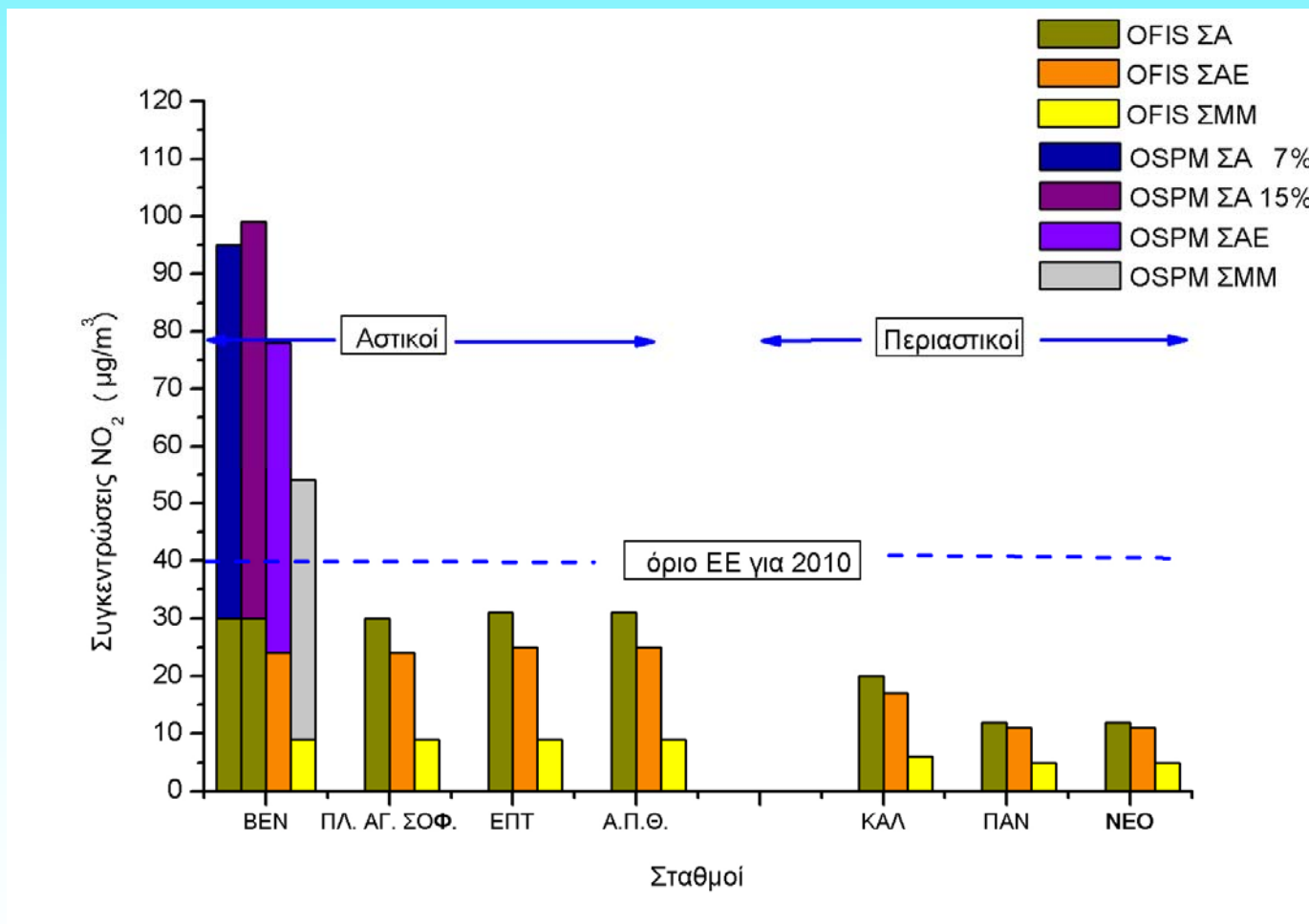
Κυκλοφορία και ποιότητα αέρα

(5/6)

Μέση συγκέντρωση PM_{10} το 2030



Μέση συγκέντρωση NO₂ το 2030



Απελευθέρωση πετρελαιοκίνησης

- Η άρση της απαγόρευσης της χρήσης πετρελαιοκίνητων ΕΙΧ **δεν θα επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα αέρα**, εφόσον εισαχθούν στο στόλο αποκλειστικά οχήματα που να πληρούν τις αυστηρότερες δυνατές προδιαγραφές σε σχέση με τις εκπομπές NO_x και αιωρούμενων σωματιδίων.
- Συμπληρωματικά απαιτούνται
 - Πολιτική απόσυρσης παλαιότερων ρυπογόνων οχημάτων
 - Άρτια λειτουργία εργαλείων ελέγχου
 - Πάταξη της νοθείας καυσίμου
- Η απελευθέρωση της πετρελαιοκίνησης θα ενισχύσει ουσιαστικά τις προσπάθειες μείωσης εκπομπών CO_2 .

Βιοκαύσιμα και ποιότητα αέρα

Βιοντίζελ

➤ Οι εκπομπές ρύπων οχημάτων που καίγουν βιοντίζελ είναι συγκρίσιμες με αυτές συμβατικών πετρελαιοκίνητων.

Βιοαιθανόλη

➤ Η βιοαιθανόλη ενδέχεται να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα όζοντος και άλλων φωτοχημικών ρύπων.

➤ Σε σύγκριση με τη βενζίνη, η βιοαιθανόλη δεν φαίνεται να υπερέχει σε ό,τι αφορά καρκινογόνα συστατικά στο καυσαέριο.

➤ Οι εκπομπές CO₂ οχημάτων που καίγουν βιοαιθανόλη είναι συγκρίσιμες αυτών των συμβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων.

Περιεχόμενα

- Υφιστάμενη κατάσταση ποιότητας αέρα σε μεγάλες Ελληνικές πόλεις
- Επιμερισμός ευθυνών σε επιμέρους κατηγορίες πηγών ρύπανσης
- Επίδραση ενεργειακών εξελίξεων στις ποσότητες εκπεμπόμενων ρύπων
- Συμπεράσματα

U6

Να γίνει προσπάθεια διάκρισης technical vs. non-technical measures

User; 11/4/2007

Συμπεράσματα

- Η ποιότητα αέρα στις μεγάλες πόλεις της χώρας μας θα παραμείνει προβληματική στο χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2030 .
- Κύριος ρυπαντής είναι ο τομέας της κυκλοφορίας.
- Παρά τη σημαντική εξέλιξη της τεχνολογίας, τα όποια οφέλη ισοσκελίζονται σε μεγάλο βαθμό από την αύξηση της χρήσης του αυτοκινήτου.
- Τα βιοκαύσιμα δεν θα παίξουν κανένα ρόλο αναφορικά με την ποιότητα αέρα, περισσότερο θα βοηθούσε η πετρελαιοκίνηση.
- Ελπίδες εναποτίθενται, στο μακροπρόθεσμο μέλλον βέβαια, στο υδρογόνο και την ηλεκτροκίνηση, εφόσον η πρωτογενής παραγωγή βασίζεται σε ΑΠΕ.
- Θετική είναι βέβαια και η διείσδυση του φυσικού αερίου.