

ΕΜΠ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΚ. ΕΞΑΜ. 2012 - 13

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΚΕΦ. 9: ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ – ΘΟΡΥΒΟΣ

**ΑΝΤ. ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ**

1. Ατμοσφαιρική ρύπανση

Κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι (με επιπτώσεις στην υγεία)

- Μονοξείδιο του άνθρακα
- Διοξείδιο του θείου
- Αιωρούμενα σωματίδια
- Διοξείδιο του αζώτου
- Μόλυβδος
- Όζον

- Οι περισσότεροι έχουν ένα όριο κάτω από το οποίο φαίνεται ότι δεν υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις
- Οι περιορισμένες επιπτώσεις είναι αναστρέψιμες
- Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι *συνήθεις* σημερινές συγκεντρώσεις έχουν δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία

Επιπτώσεις στην υγεία (Αιωρούμενα σωματίδια- PM)

- Όσο **μικρότερο είναι το σωματίδιο**, τόσο **πιο βαθιά θα εισχωρήσει στο αναπνευστικό σύστημα** και, ενδεχομένως, θα προκαλέσει μεγαλύτερη βλάβη.
- Σωματίδια μικρότερα από ~ **10 μm** μπορούν να περάσουν από την ανώτερη αναπνευστική οδό στις κυψελίδες και να συσσωρευτούν εκεί.
- Σωματίδια μικρότερα από ~ **0,1 μm** μπορούν να διαχυθούν μέσω των κυψελίδων στο αίμα

Όζον

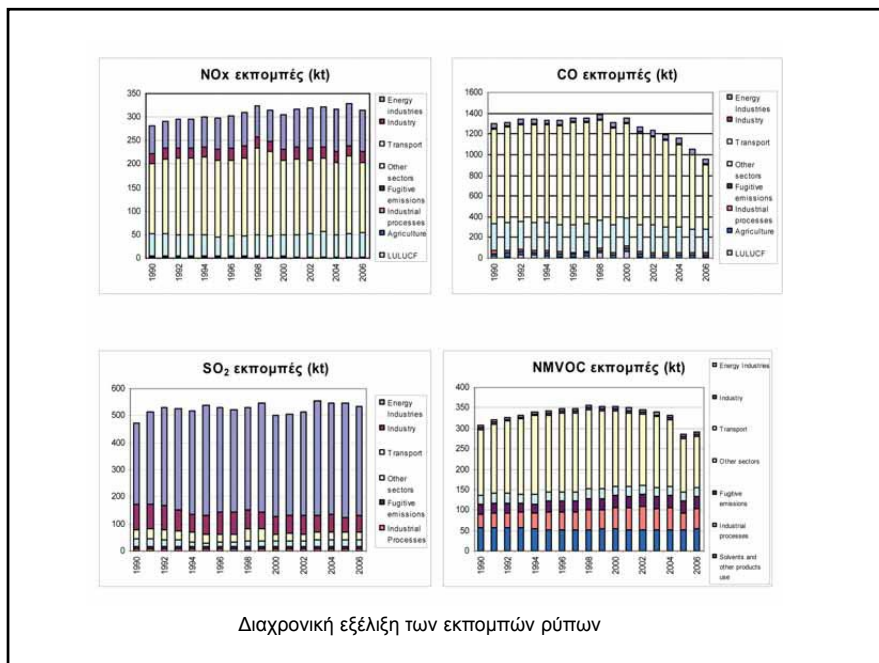
- Είναι μία **ισχυρή οξειδωτική χημική ένωση**
- Αποτελεί ένα **δευτερογενή ρύπο**
- Η παρουσία του στην στρατόσφαιρα μας προστατεύει από τις επιβλαβείς συνέπειες της υπεριώδους ακτινοβολίας
- Η συγκέντρωση όμως όζοντος στην τροπόσφαιρα είναι επιβλαβής
 - Προκαλεί αναπνευστική δυσχέρεια καταστρέφοντας τον πνευμονικό ιστό και ευαισθητοποιεί τους πνεύμονες σε άλλες ερεθιστικές ουσίες
 - Χρόνια, χαμηλά επίπεδα έκθεσης μπορούν να επιταχύνουν τη γήρανση των πνευμόνων
 - Προκαλεί ερεθισμό στα μάτια
 - Προκαλεί ζημιές στις γεωργικές καλλιέργειες, τα δάση και τα φυτά

Διοξείδιο του θείου

- Προκαλεί όξινη βροχή με την καύση ορυκτών καυσίμων
- $S + O_2$ (σημαντική θερμότητα) = SO_2
- **$SO_2 + H_2O_2$ (στα νέφη) + O_2 + ηλ. ακτιν. $\rightarrow H_2SO_4$**

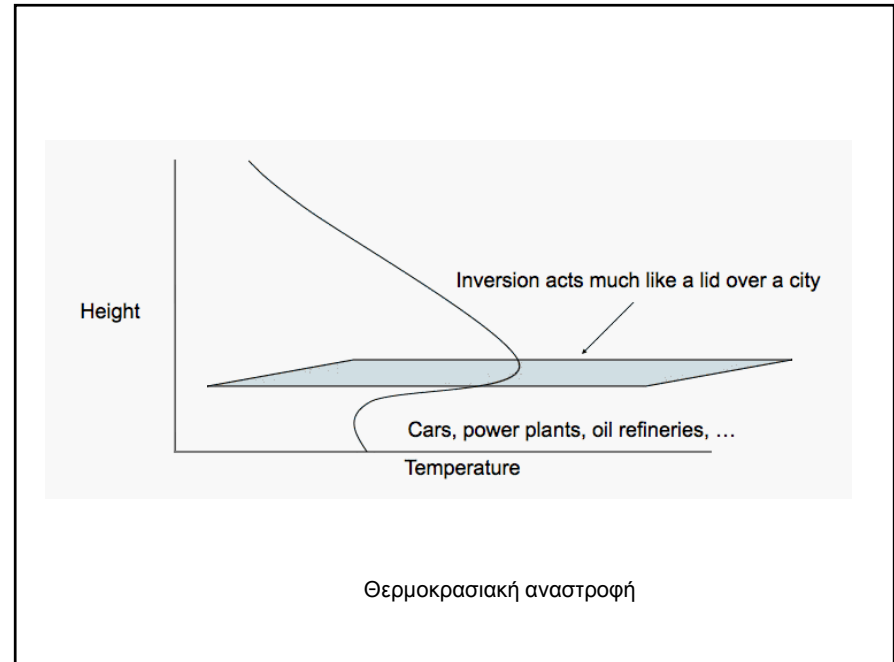
Διοξείδιο του αζώτου

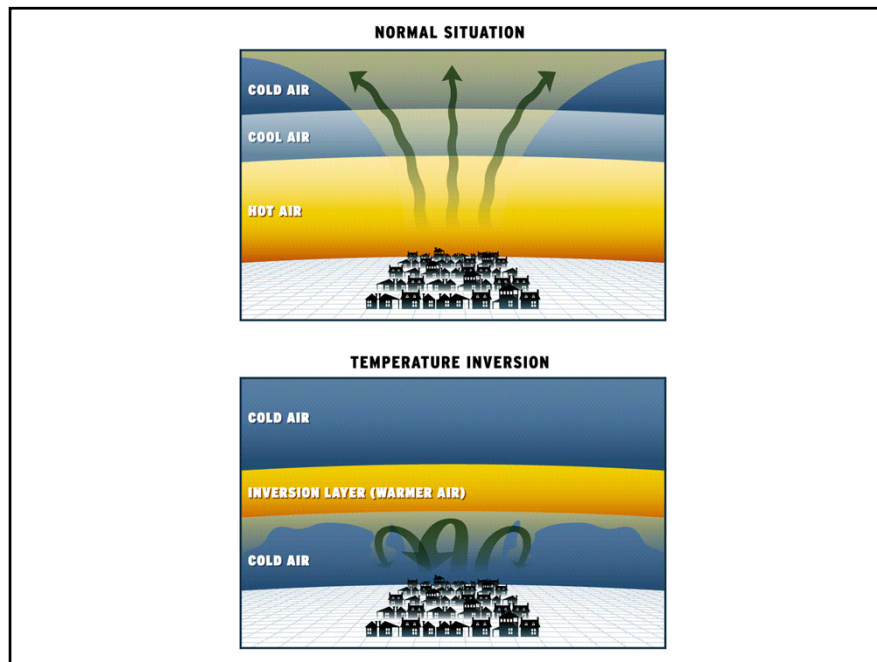
- Η μέση συγκέντρωση στον καπνό ενός τσιγάρου είναι 5 ppm
- Προκαλεί όξινη βροχή με την καύση ορυκτών καυσίμων
- **$NO_2 + OH^-$ (στα νέφη) + O_2 + ηλ. ακτιν. $\rightarrow HNO_3$**











Δημιουργία των καιρικών φαινομένων

- **Θερμοκρασιακές βαθμίδες** δημιουργούνται λόγω
 - Μεταβολών της θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ των πόλων και του Ισημερινού
 - Διαφορών της θερμικής αγωγιμότητας μεταξύ της ξηράς και των ωκεανών
- **Οι βαθμίδες ατμ. πιέσεων** δημιουργούνται λόγω
 - Μεταβολών υψομέτρου
 - Μεταβολών θερμοκρασίας
 - Της περιστροφής της γης που προκαλεί το φαινόμενο Coriolis (γωνιακή ώθηση που δημιουργεί παραμόρφωση στις κινούμενες αέριες μάζες)

Συστήματα πιέσεων

- **Υψηλό σύστημα πιέσεων**

- δημιουργείται όταν αέριες μάζες κατέρχονται προς το έδαφος (δηλ. η κατακόρυφη κίνηση έχει φορά προς τα κάτω)
- Δημιουργεί αντικυκλώνες
- Συνδέεται με 'καλοκαιρία'

- **Χαμηλό σύστημα πιέσεων**

- δημιουργείται όταν ο αέρας που θερμαίνεται στην επιφάνεια αρχίζει να ανεβαίνει
- Δημιουργεί κυκλώνες
- Συνδέεται με 'κακοκαιρία'

Ατμοσφαιρική Ευστάθεια (ορισμοί)

- **Ευστάθεια** - η τάση της ατμόσφαιρας να αποτρέπει ή να ενισχύει την κατακόρυφη κίνηση
- **Ατμοσφαιρική θερμοβαθμίδα (Γ)** - ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας του αέρα σε σχέση με το υψόμετρο
- **Αδιαβατική διαδικασία** – το φαινόμενο που δεν συνοδεύεται από μεταφορά θερμότητας (προσθήκη ή απώλεια)

Συνθήκες Ατμ. Ευστάθειας

- **Ουδέτερη (ισοθερμική)** - ο ρυθμός αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας που υφίσταται μία μάζα αέρα που διαστέλλεται ή συστέλλεται *αδιαβατικά* καθώς μετακινείται μέσα στην ατμόσφαιρα.
- Συνδέεται με την **σταθερή θερμοβαθμίδα (Γ_d)**, χαρακτηρίζεται από ξηρό αέρα και αδιαβατική συμπεριφορά, με ρυθμό (βαθμίδα) μεταβολής $-9.8^\circ\text{C}/\text{km}$.

Συνθήκες Ατμ. Ευστάθειας

- **Ασταθής** - Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας πέφτει με ταχύτερο ρυθμό από ότι η Γ_d (χαρακτηρίζεται από υπεραδιαβατική θερμοβαθμίδα).
- **Ευσταθής** - Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας πέφτει με βραδύτερο ρυθμό από ότι η Γ_d (χαρακτηρίζεται από υποδιαβατική θερμοβαθμίδα).
- Υπάρχουν δύο ειδικές μορφές σταθερών συστημάτων αέρα :
 - **Ισοθερμική** - δεν υπάρχει καμία αλλαγή στη σχέση της θερμοβαθμίδας προς τη Γ_d (η θερμοκρασία παραμένει σε σταθερή σχέση με το ύψος)
 - **Αναστροφή** - η κλίση της θερμοκρασίας αντιστρέφεται (η θερμοκρασία αυξάνεται με το ύψος)

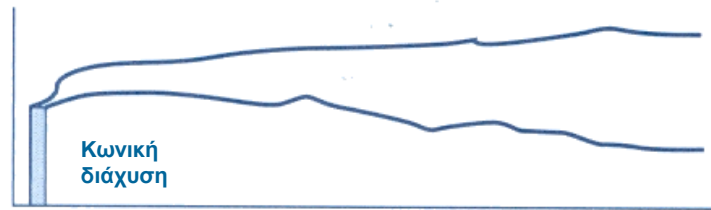
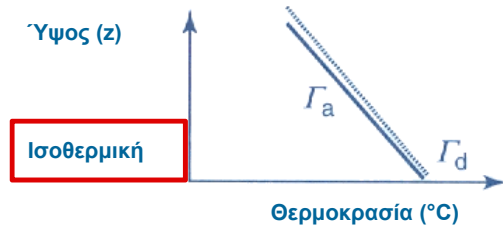
Σχέση πλουμίου και ευστάθειας



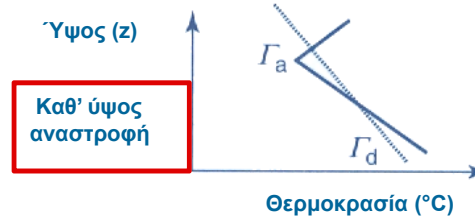
Σχέση πλουμίου και ευστάθειας



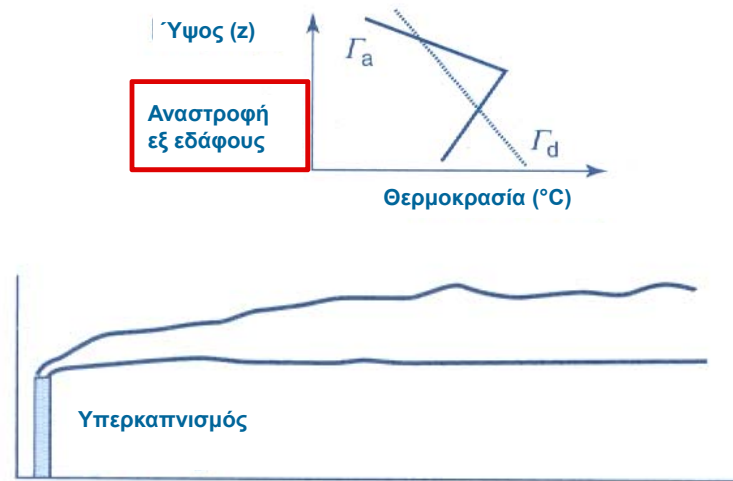
Σχέση πλουμίου και ευστάθειας



Σχέση πλουμίου και ευστάθειας



Σχέση πλουμίου και ευστάθειας



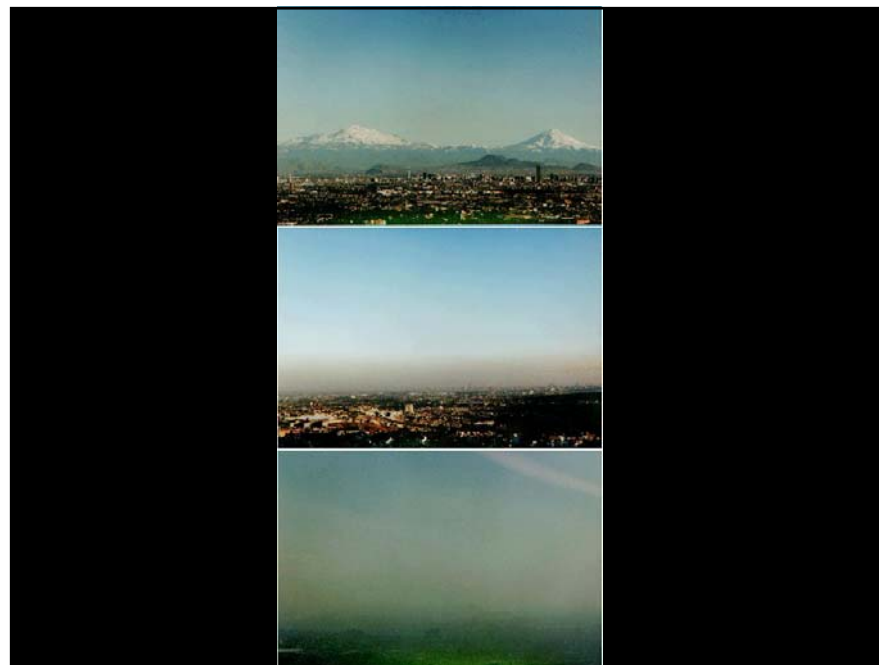
Διεπιφάνεια Ξηράς-Θάλασσας

- **Απόγειος αύρα** - Η ξηρά ψύχεται ταχύτερα από τη θάλασσα τη νύκτα. Έτσι ο αέρας πάνω από τη ξηρά ψύχεται επίσης ταχύτερα και κατευθύνεται προς τη θάλασσα.
- **Θαλάσσια αύρα** - Η ξηρά θερμαίνεται ταχύτερα από τη θάλασσα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έτσι ο αέρας πάνω από τη ξηρά θερμαίνεται ταχύτερα και κινείται ανοδικά έλκοντας ψυχρότερες μάζες από τη θάλασσα.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη διασπορά των ρύπων

- **Χαρακτηριστικά σημείου εκπομπής**
- Φυσική και χημική φύση των ρύπων
- **Μετεωρολογικές συνθήκες στο σημείο εκπομπής**
- Επίδραση του εδάφους και των κατασκευών



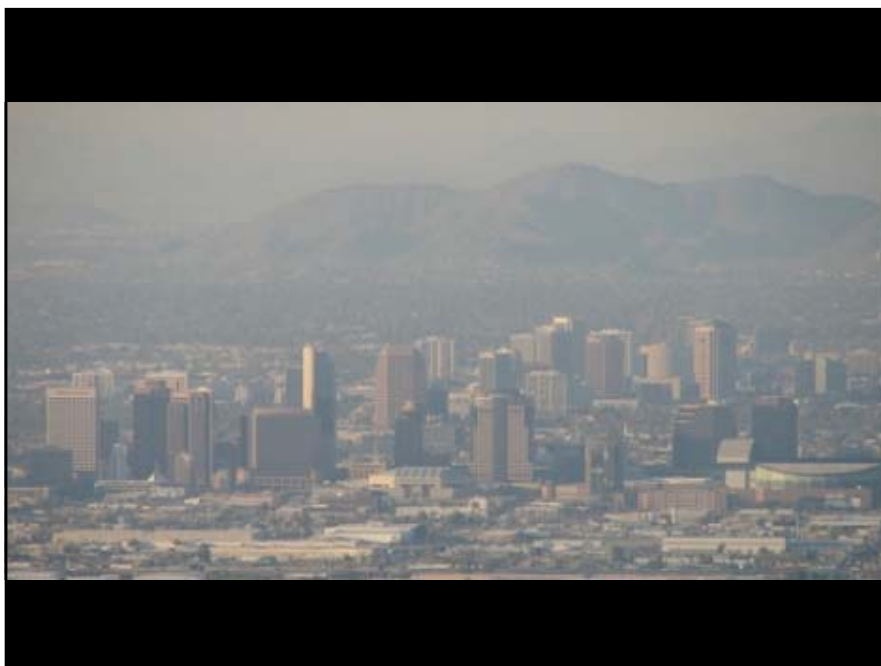


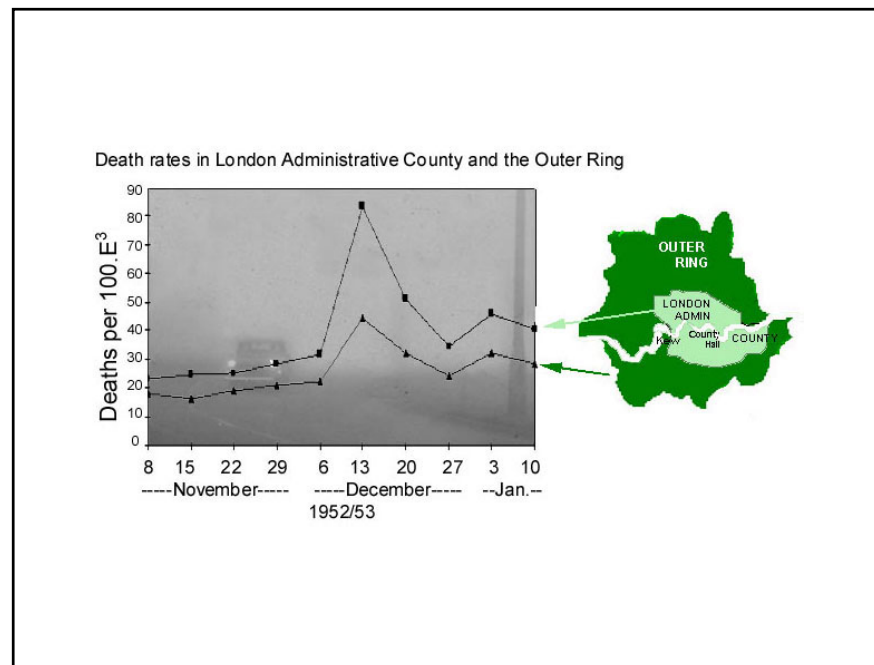


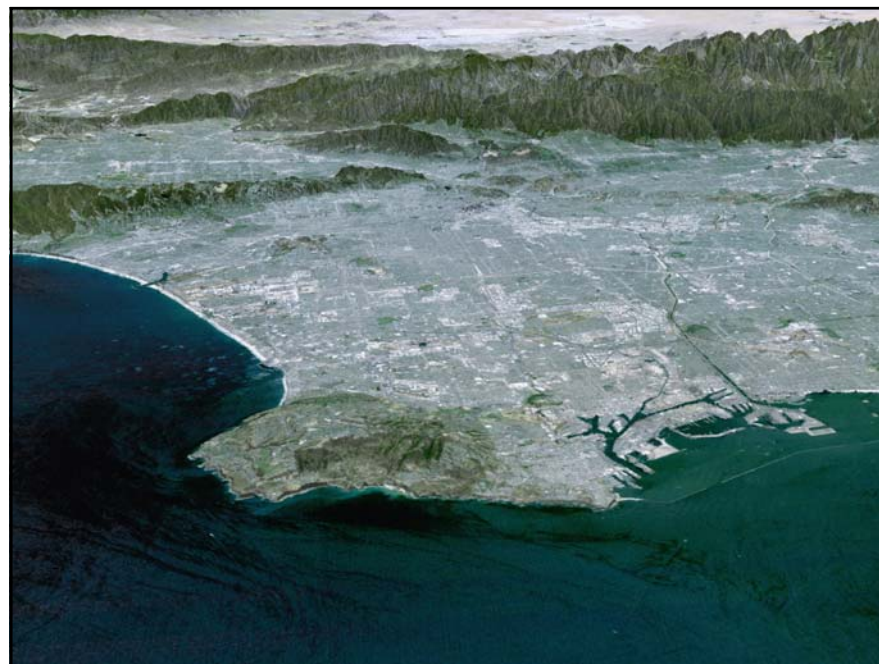
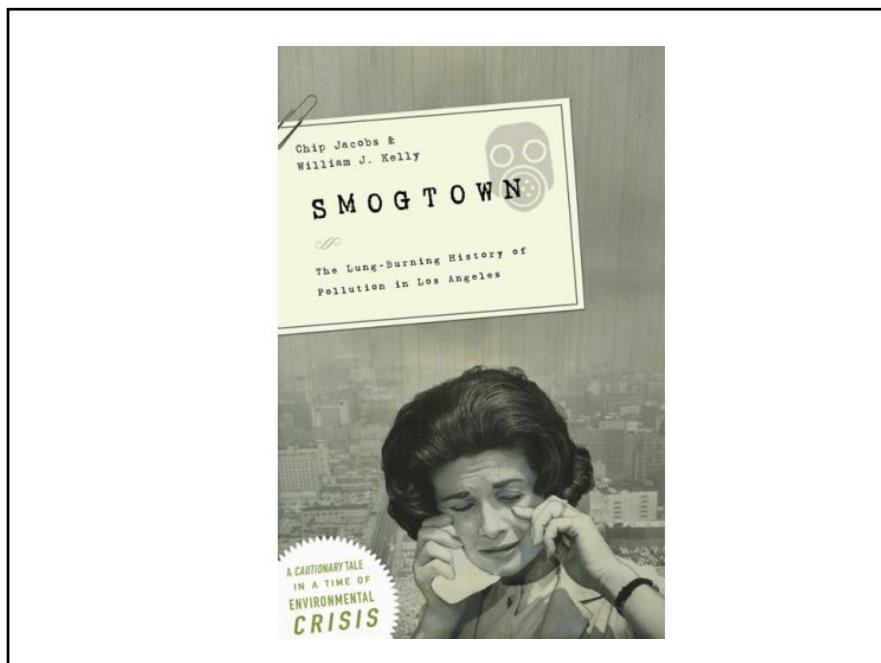


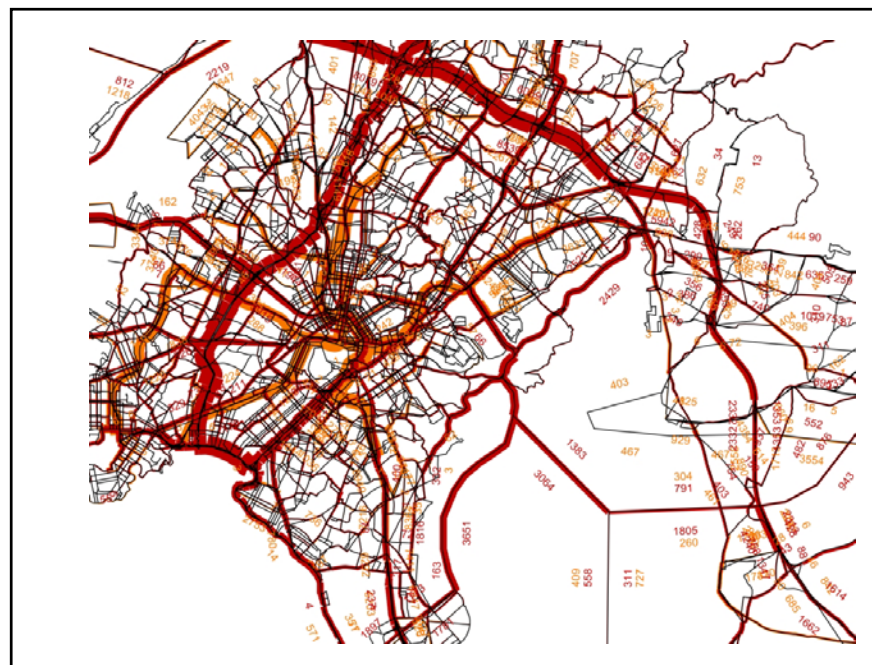
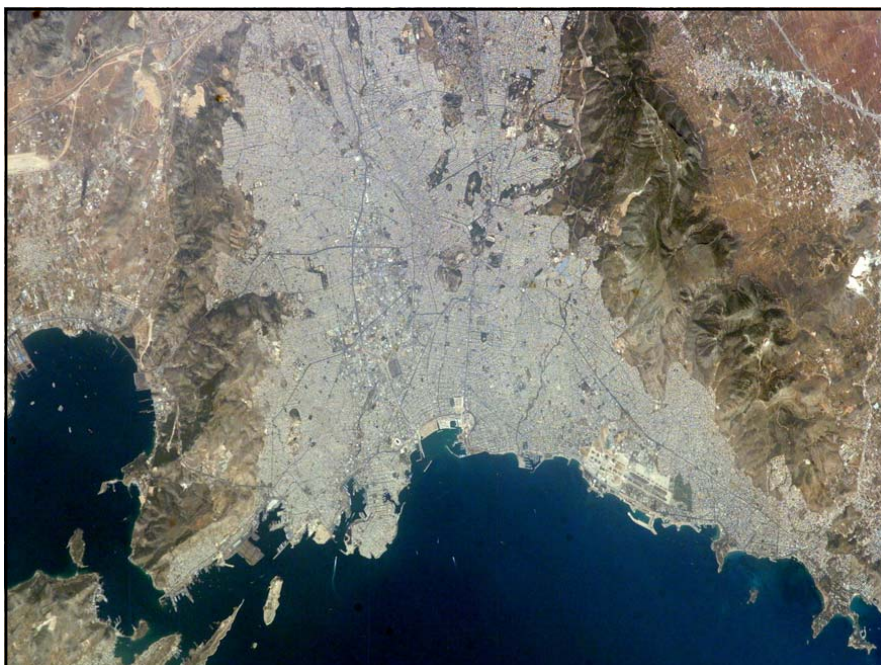


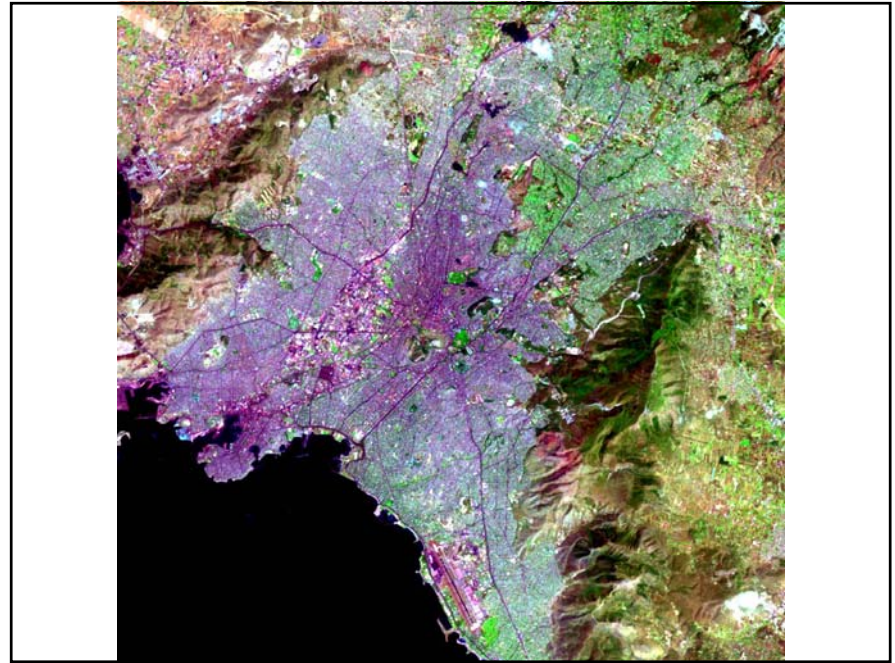
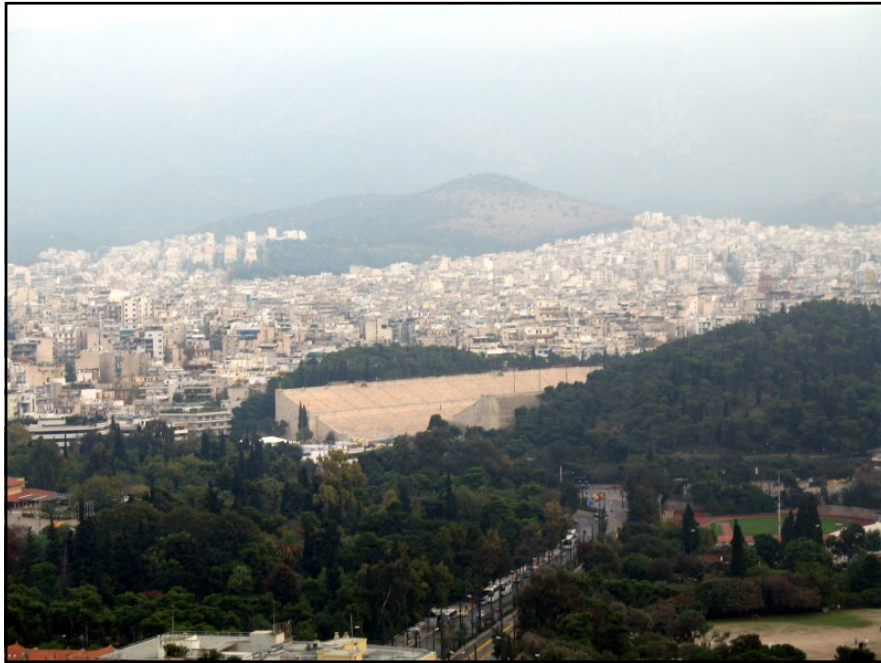


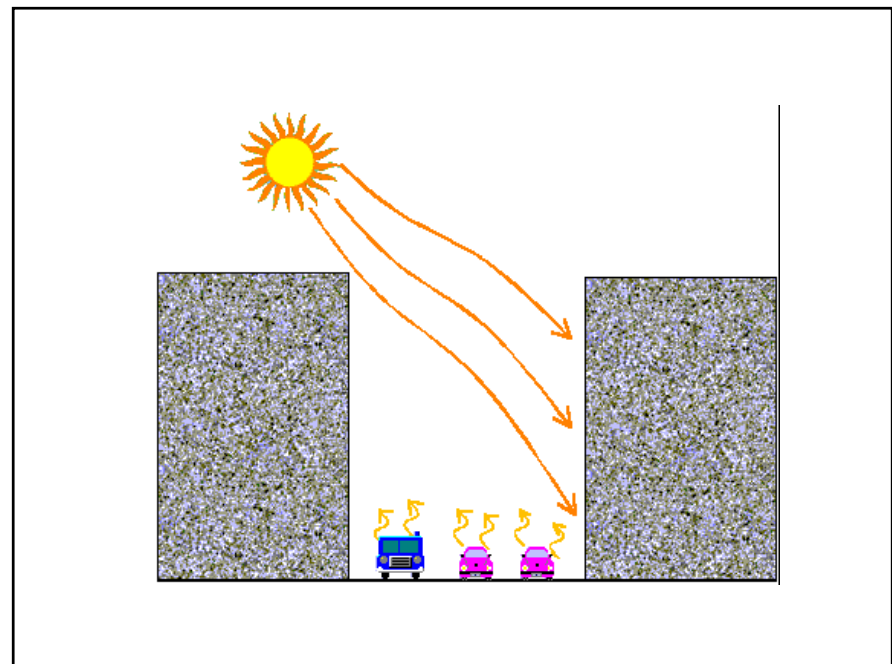
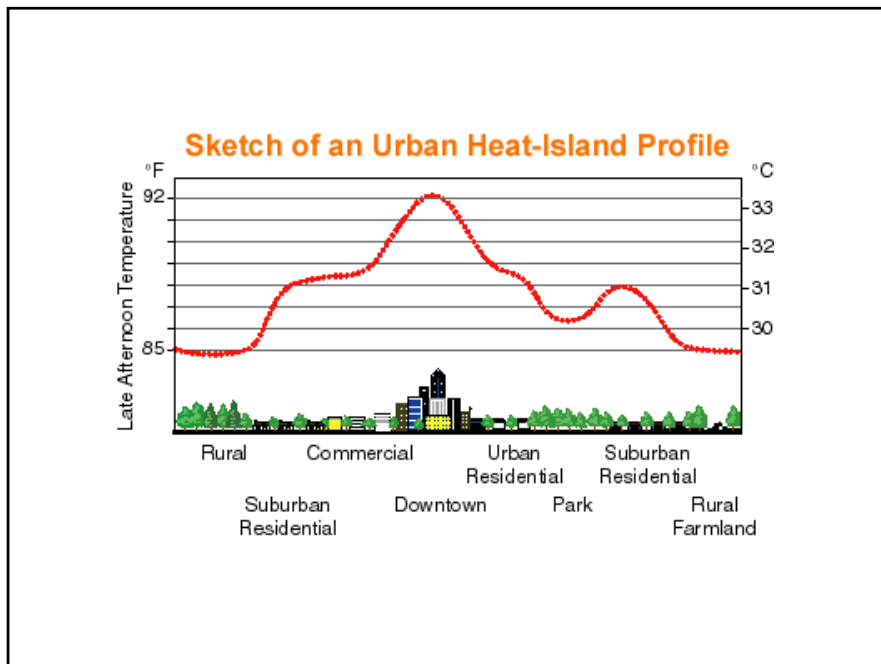


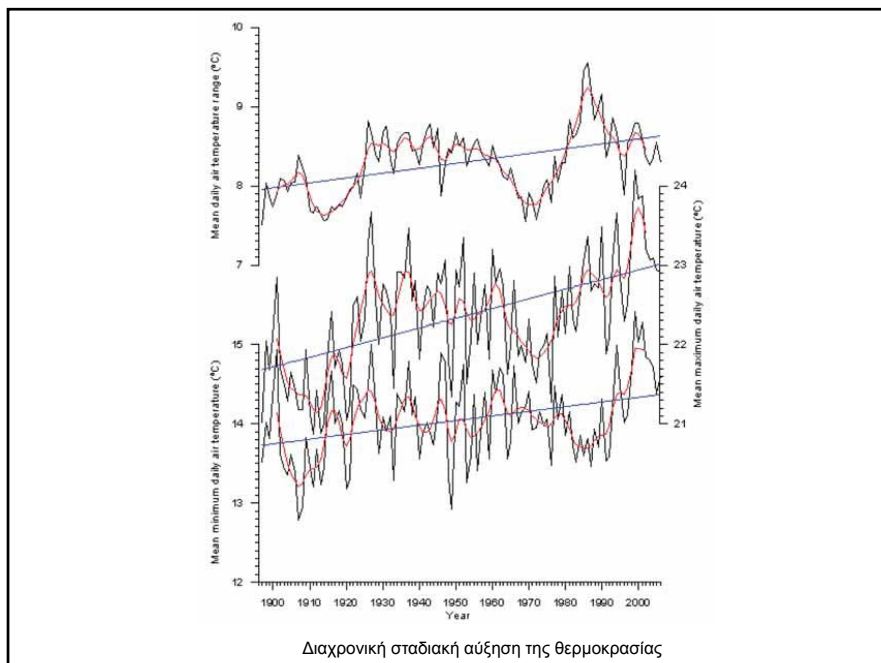












ΤΟ ΒΗΜΑ*online*
 Κυριακή 14 Δεκεμβρίου 2008 Τελευταία Ενημέρωση: [23:16]

ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΟΣΜΟΣ ΓΝΩΜΕΣ ΠΟ
 ΒΙΒΛΙΑ ΒΗΜΑ2 ΕΝΤΥΠΗ ΕΚΔΟΣΗ ΒΙΝΤΕΟΘΗΚΗ ΦΩΤΟΡΕΠΟΡΤΑΖ ΒΗ

ΡΕΠΟΡΤΑΖ

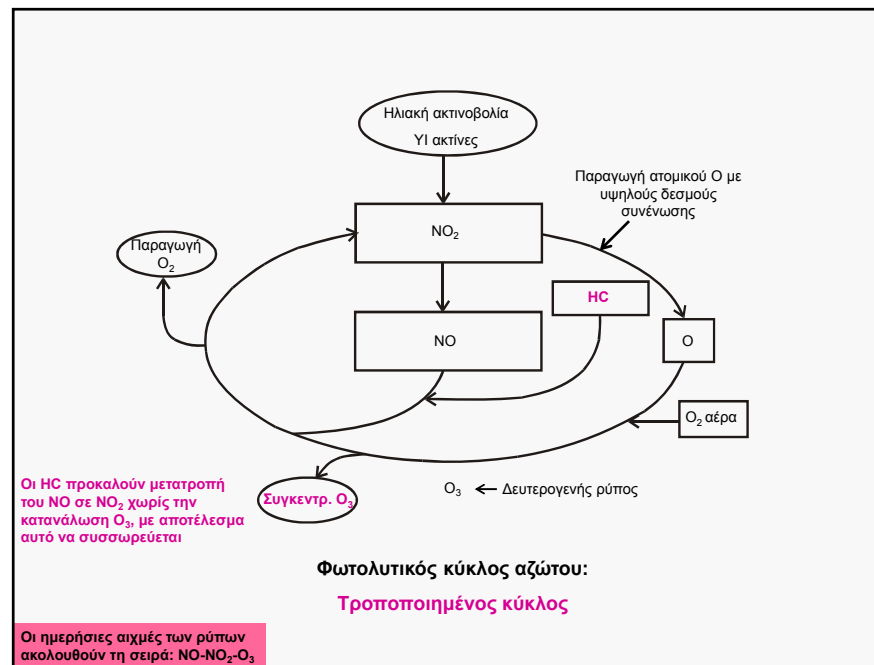
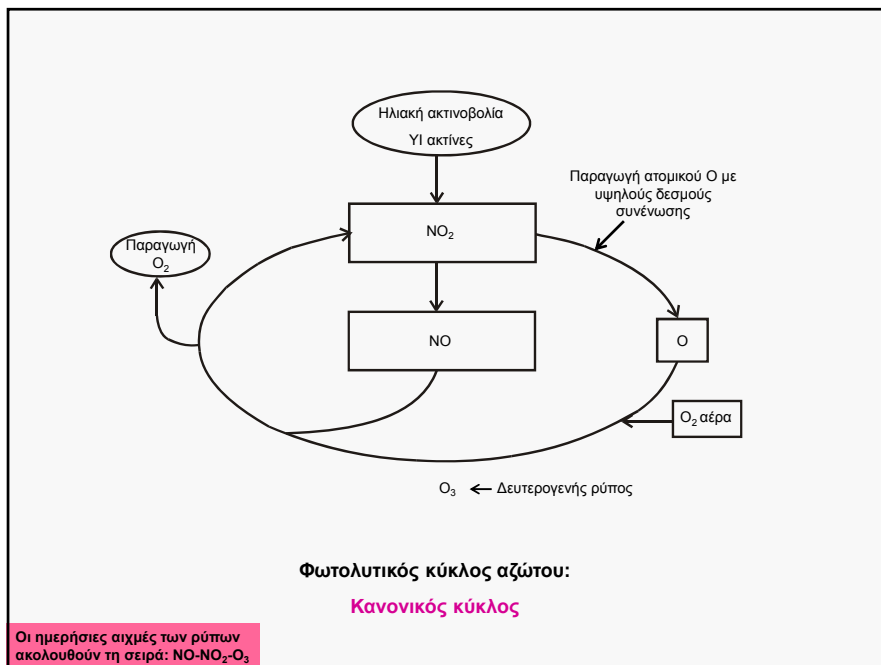
* Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι στην Αθήνα ποσοστό μεγαλύτερο του 6% των ετήσιων θανάτων μπορεί να οφείλεται στη ρύπανση

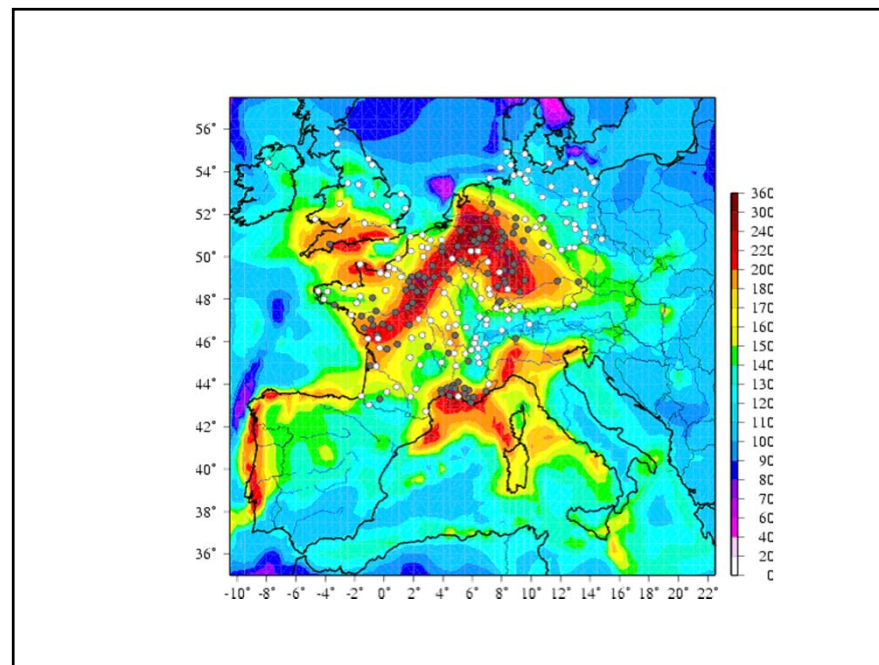
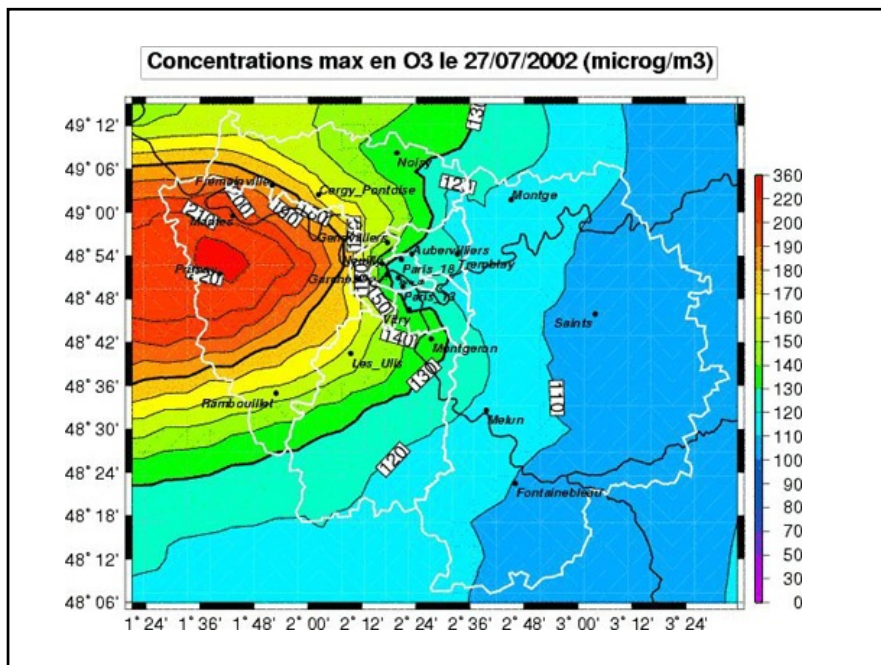
Το νέφος είναι εδώ και σκοτώνει

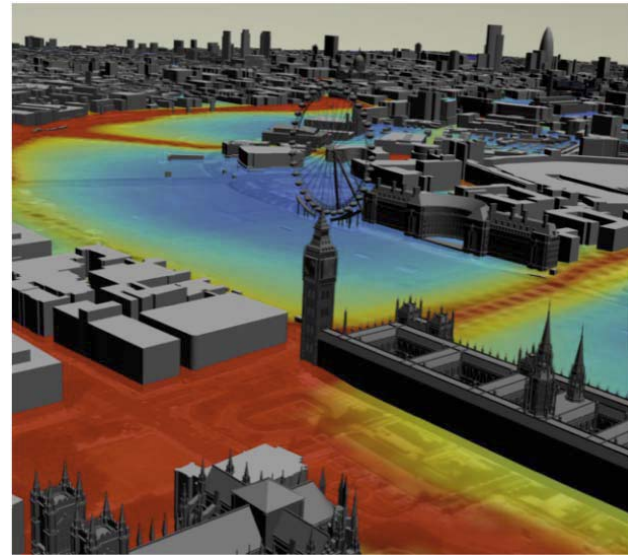
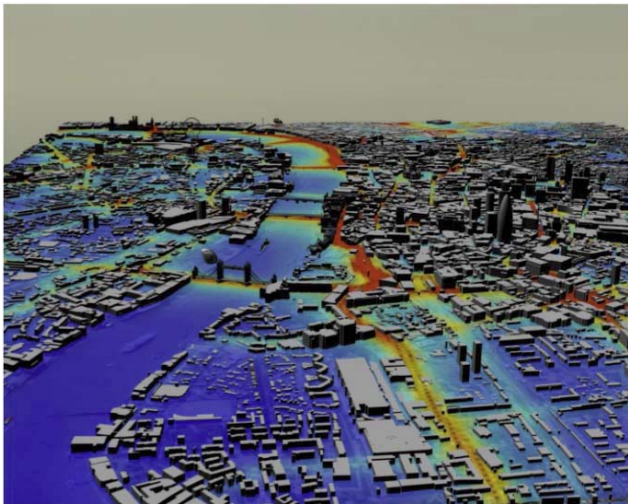
Τι αποκαλύπτει η ευρωπαϊκή έρευνα APHEA2, η οποία θα δημοσιευθεί τον Ιούλιο

ΜΑΧΗ ΤΡΑΤΣΑ | Κυριακή 6 Μαΐου 2001


 Το νέφος «σκοτώνει» τους κατοίκους της Αθήνας. Οι ειδικοί συσχετίζουν πλέον άμεσα τη θνησιμότητα με την ατμοσφαιρική ρύπανση και στη χώρα μας, με έμφαση στα επικίνδυνα μικροσωματίδια σε συνδυασμό με το αυξημένο άζωτο και τις υψηλές θερμοκρασίες. Η ευρωπαϊκή έρευνα APHEA2 που θα δημοσιευθεί τον Ιούλιο στην έγκυρη επιστημονική έκδοση «Epidemiology» το καταδεικνύει. Επίσης επιστήμονες εκτιμούν ότι στην Αθήνα ποσοστό μεγαλύτερο του 6% των ετήσιων θανάτων μπορεί να οφείλεται στη ρύπανση της ατμόσφαιρας αν συσχετίσει κανείς τις συνθήκες που επικρατούν στην ελληνική πρωτεύουσα με τα στοιχεία μελέτης που δημοσιεύθηκε πρόσφατα στο επιστημονικό περιοδικό «Lancet» για τη θνησιμότητα σε Ελβετία,



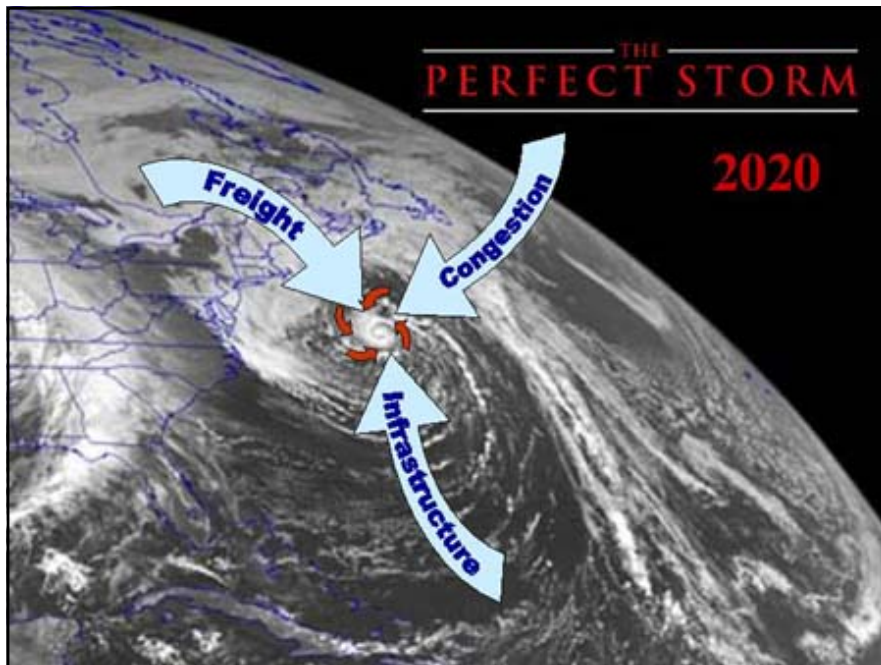




Κλίμακες επιρροής μεταφοράς ατμοσφαιρικής ρύπανσης

- Τοπική κλίμακα (< 1km από τη πηγή). Π.χ. φαινόμενα που δημιουργούνται από την αεροδυναμική των κτιρίων κατά τη πνοή του ανέμου (διασπορά)
- Μικρή κλίμακα (<10km από τη πηγή). Ορίζει τη περιοχή μέγιστου (επιφανειακού επηρεασμού υπερυψωμένης πηγής (π.χ. καμινάδας)
- Μέση κλίμακα (μεταξύ 10km και 100km). Ορίζει τη περιοχή όπου οι χημικές διεργασίες παίζουν σημαντικό ρόλο
- Μεγάλη κλίμακα (>100km). Η περιοχή που επηρεάζεται από μετεωρολογικές συνθήκες ευρείας κλίμακας
- Παγκόσμια κλίμακα. Αφορά φαινόμενα παγκόσμιας εμβέλειας π.χ. το φαινόμενο του θερμοκηπίου (συγκέντρωση CO₂)

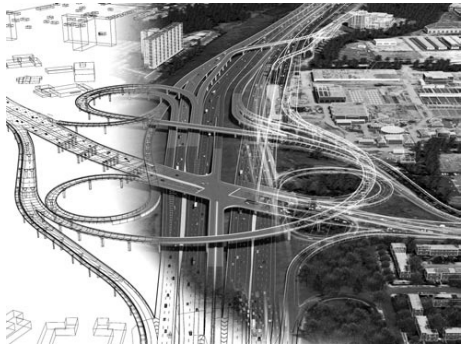






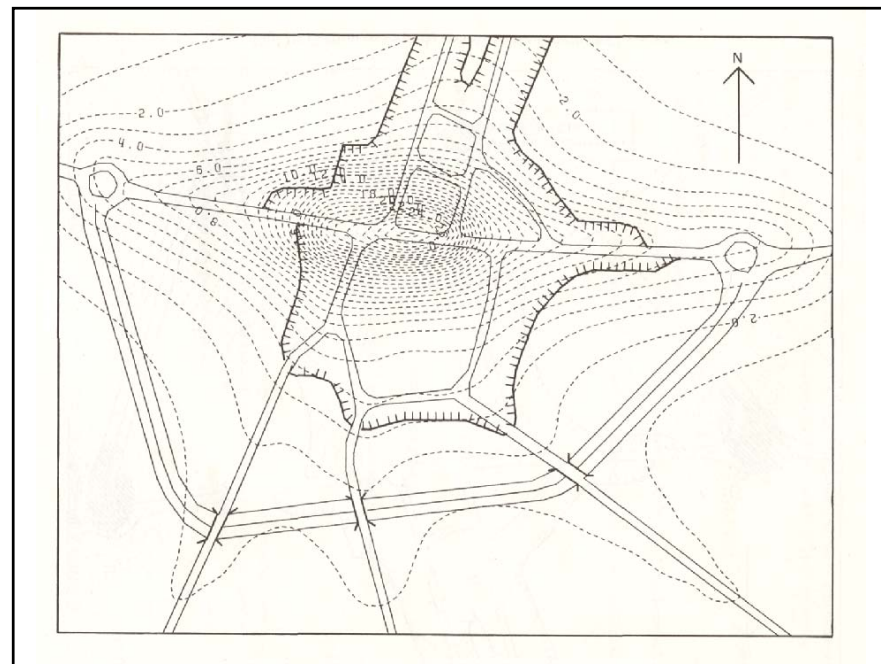
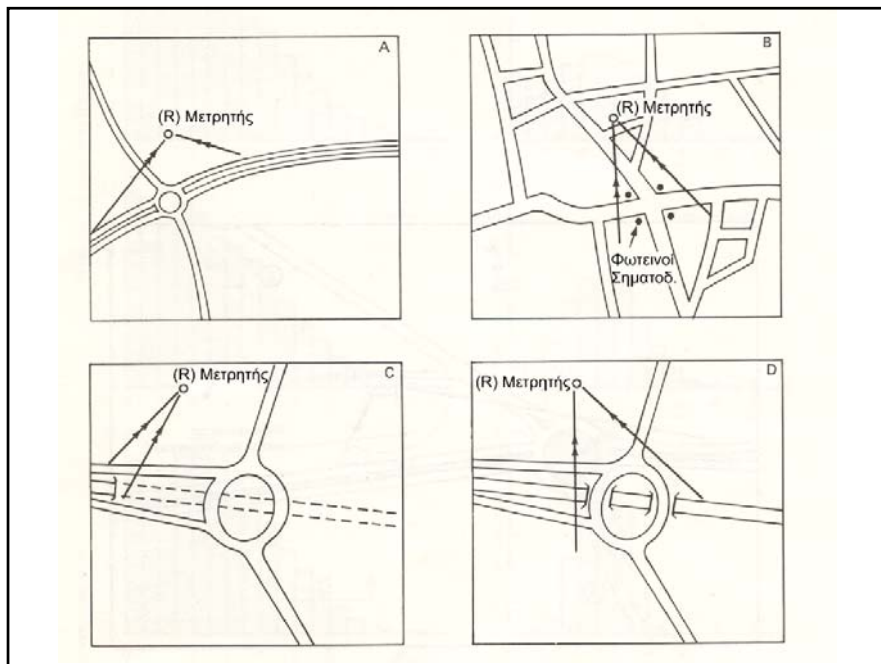


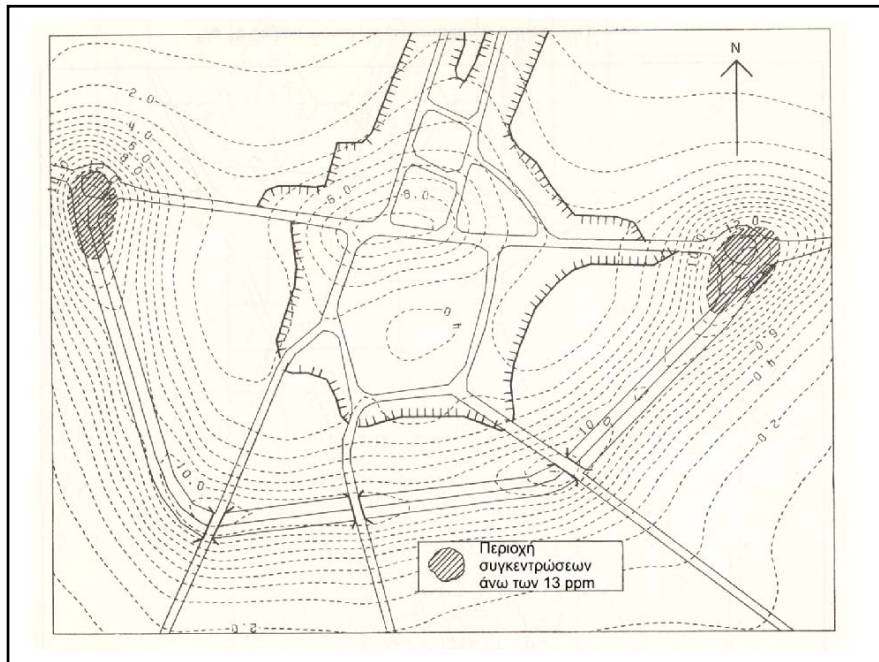




Πηγή: URS Corp







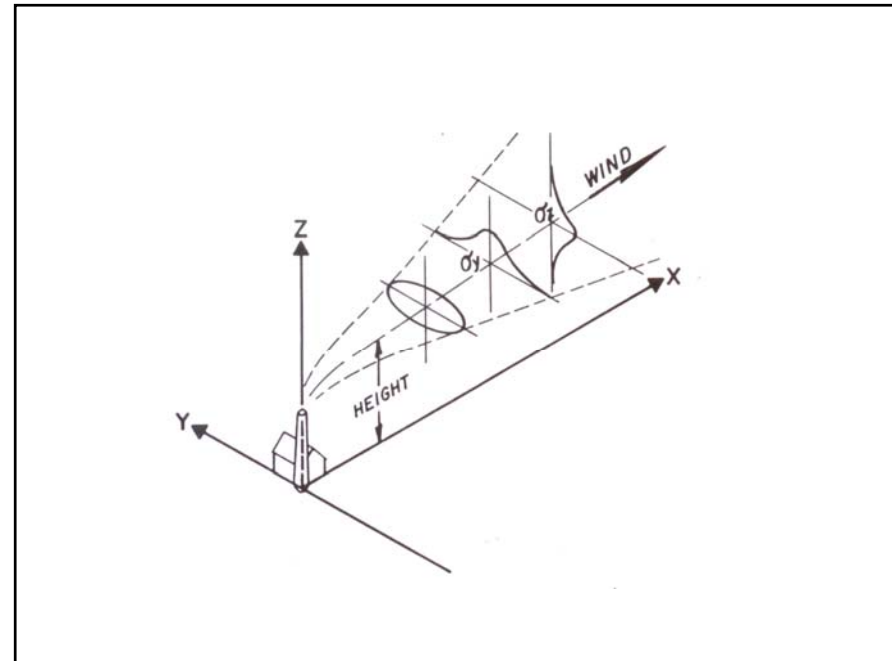
Μοντέλο διασποράς Gauss

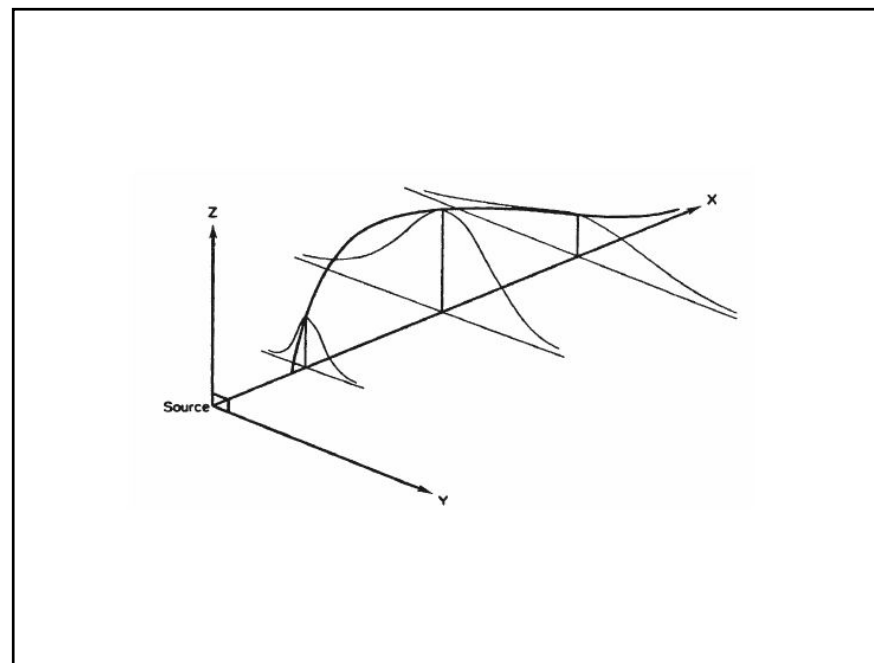
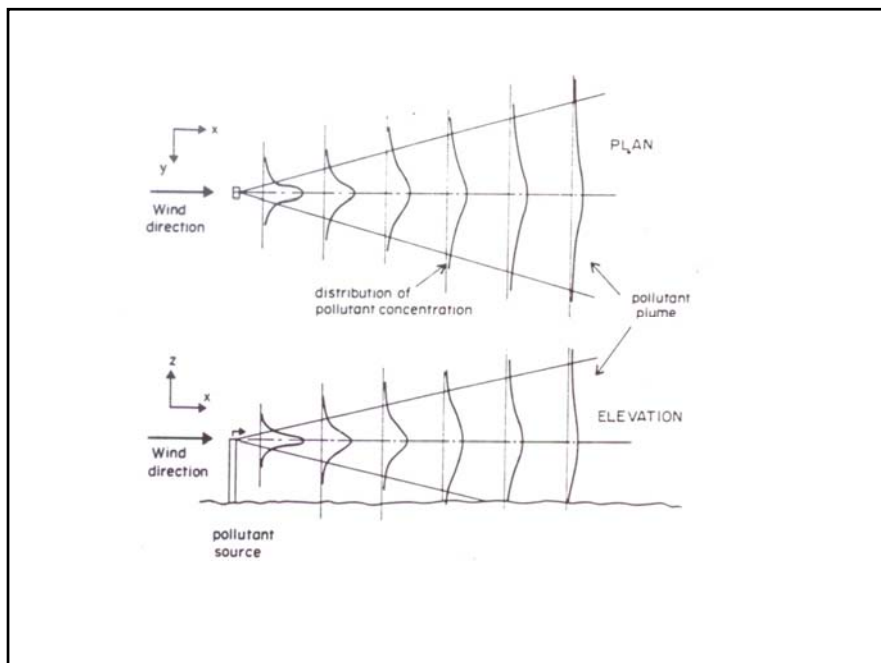
$$C(x, y) = \frac{E}{\pi s_z s_y u} \left(\exp \frac{-H^2}{2s_z^2} \right) \left(\exp \frac{-y^2}{2s_y^2} \right)$$

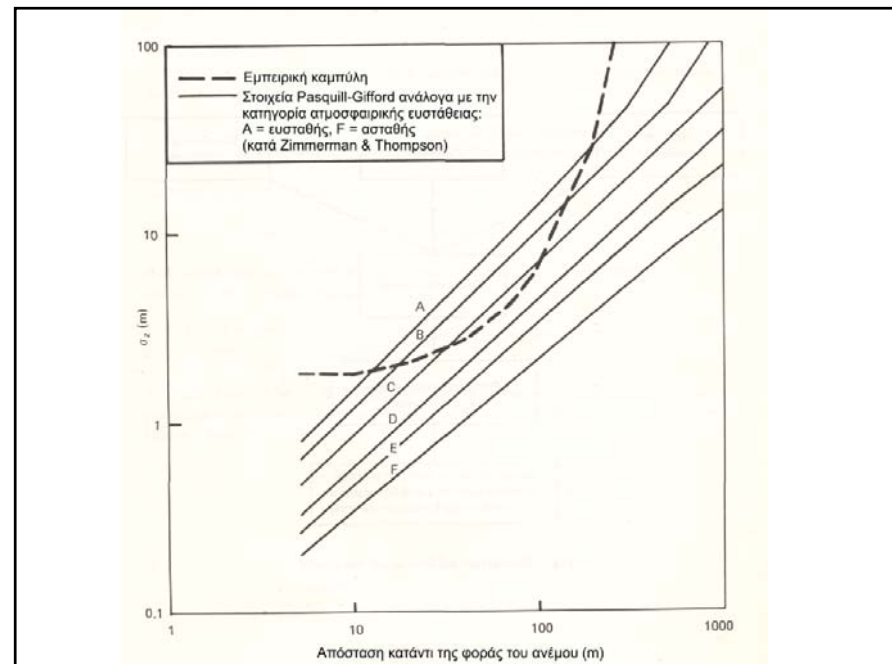
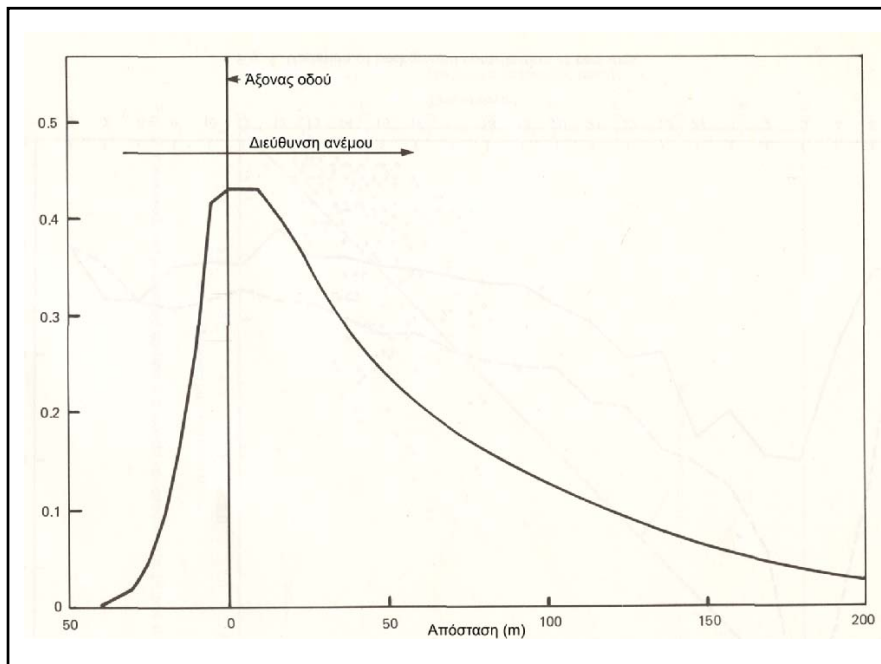
- $C(x,y)$ = συγκέντρωση στο σημείο (x,y) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- x = απόσταση κατάντη της πηγής (m)
- y = οριζόντια απόσταση από τη κεντρική γραμμή του πλουμίου (m)
- E = ρυθμός εκπομπής ($\mu\text{g}/\text{s}$)
- H = το ύψος της πηγής εκπομπής ρύπων (m)
- u = μέση ταχύτητα ανέμου στο H (m/s)
- s_z = **συντελεστής κατακόρυφης διάχυσης (m)**
- s_y = **συντελεστής οριζόντιας διάχυσης (m)**

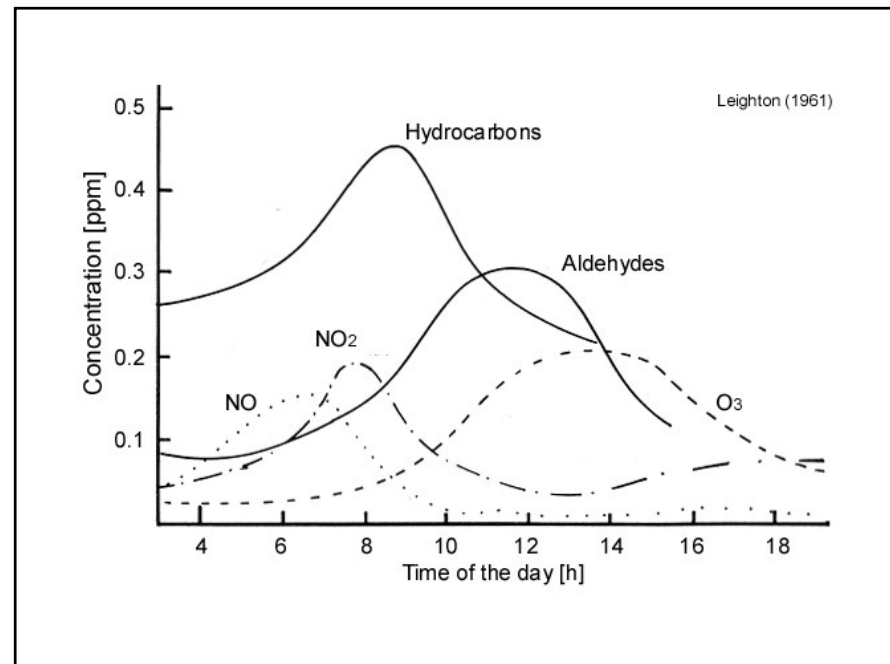
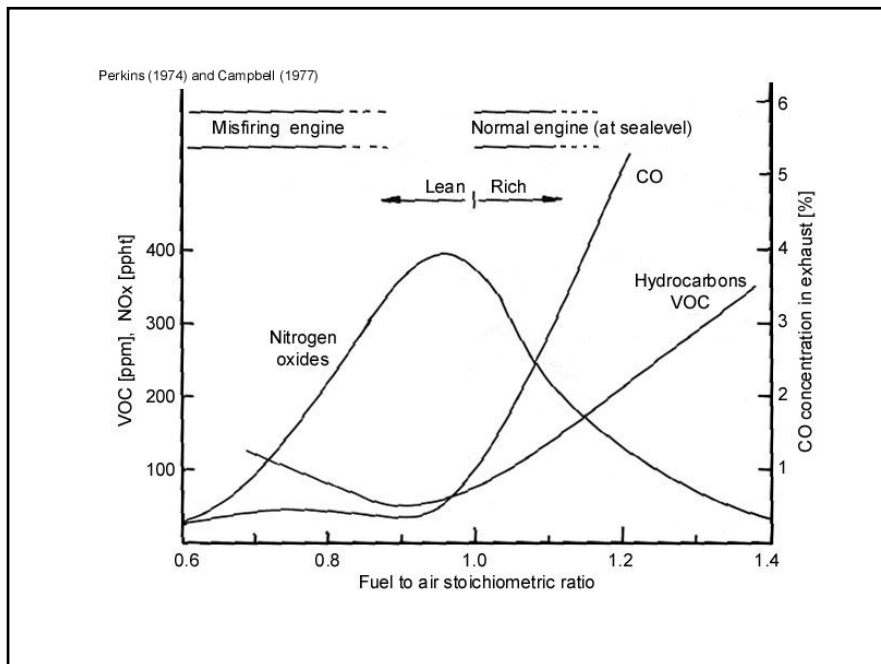
Οι συντελεστές διάχυσης

- Προσδιορίζουν το ύψος και το εύρος του πλουμίου
- Με βάση τη:
 - Κατηγορία (κλάση) ατμοσφαιρικής ευστάθειας
 - Τη κατάντη απόσταση

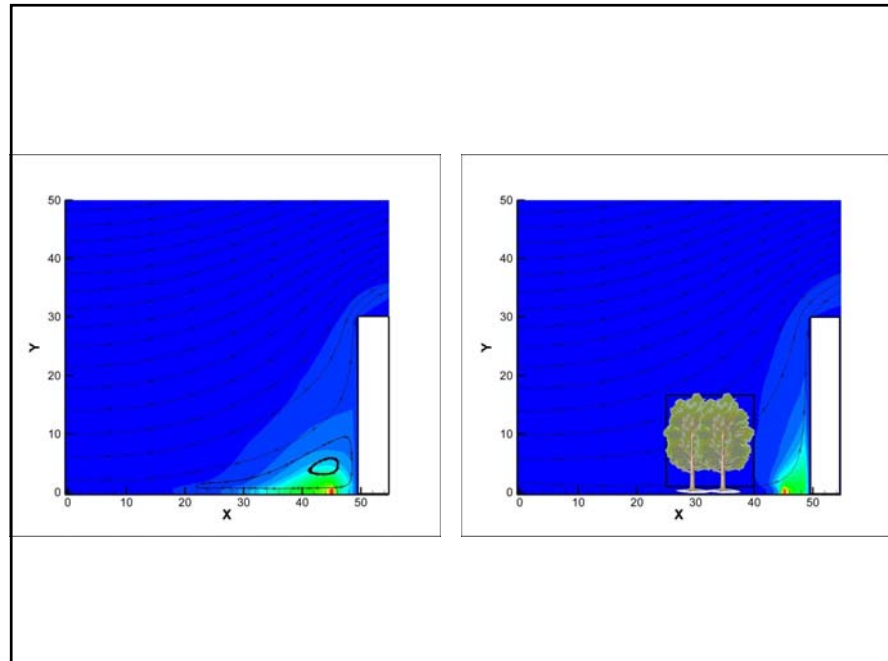
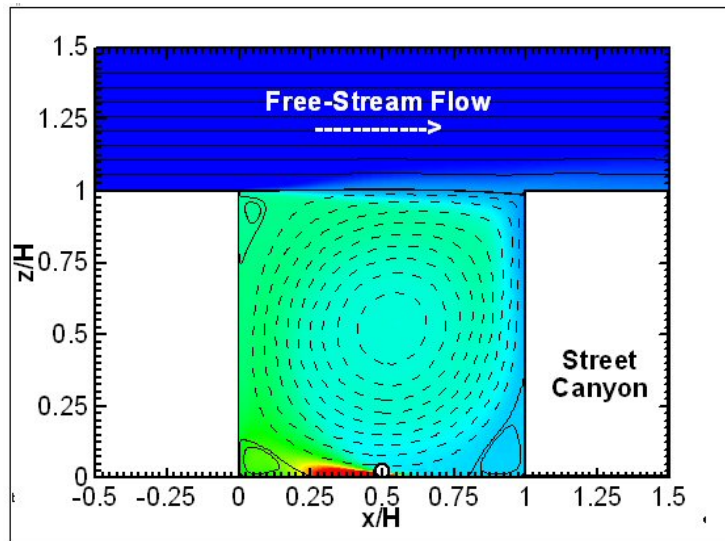


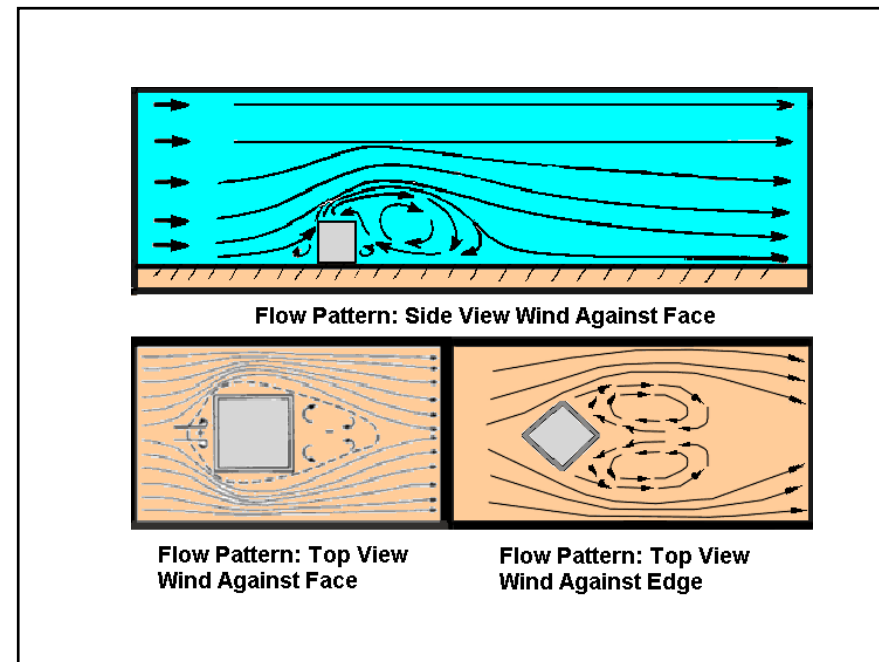
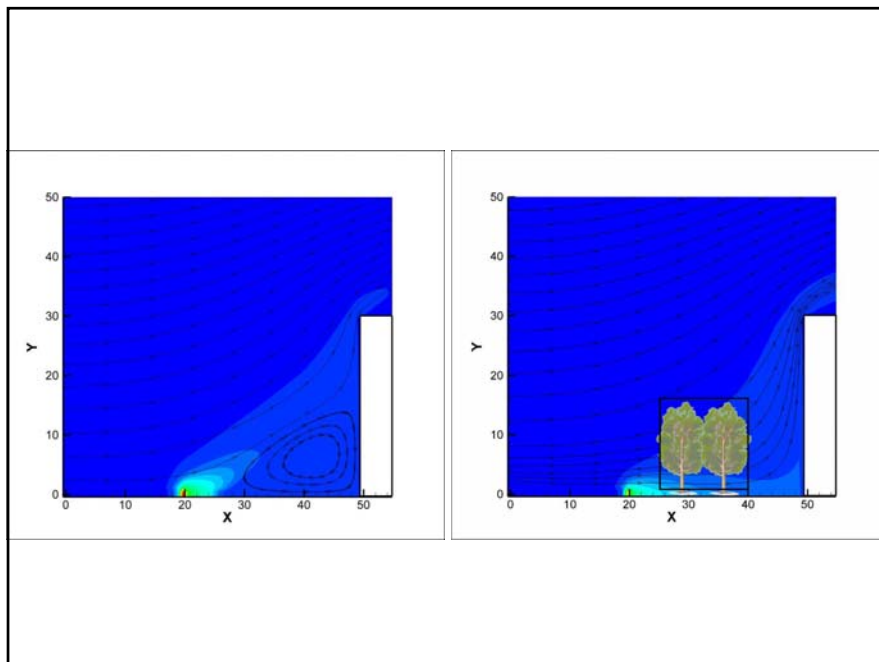


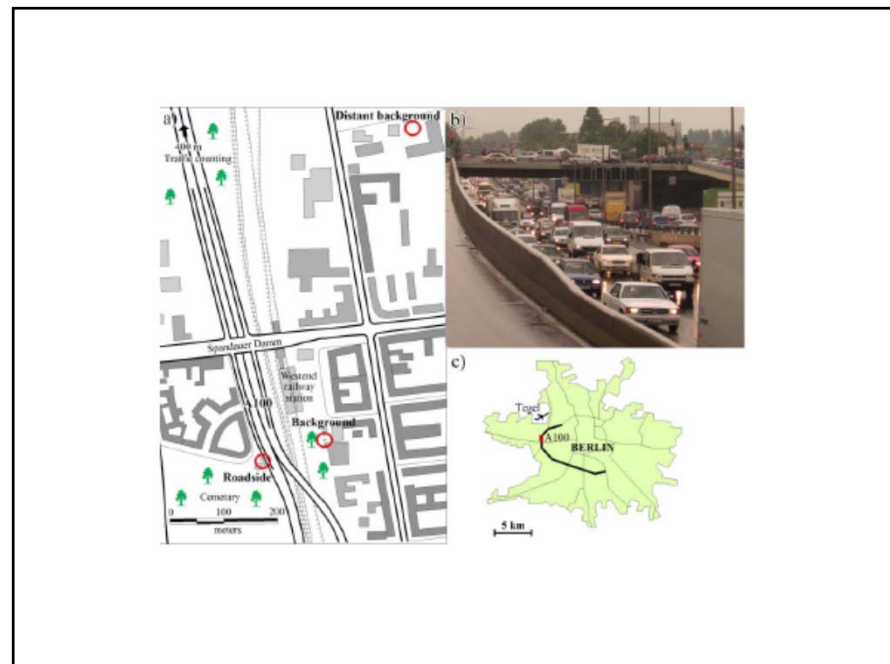
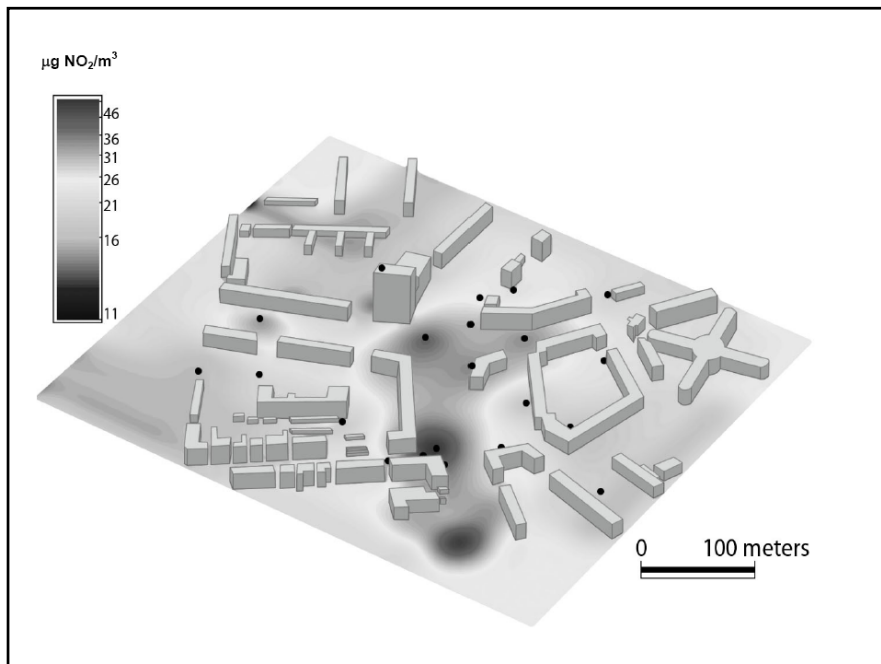


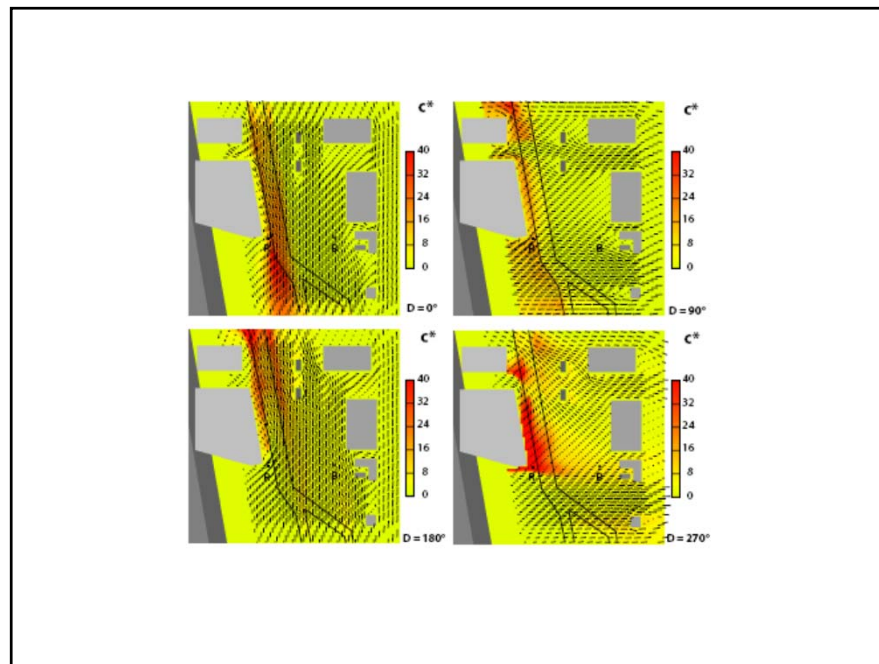
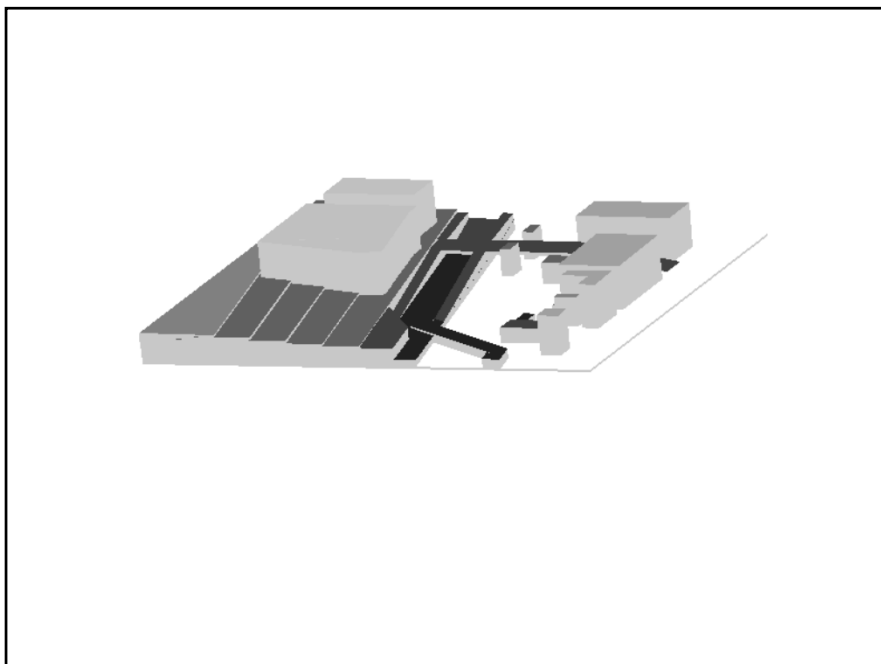


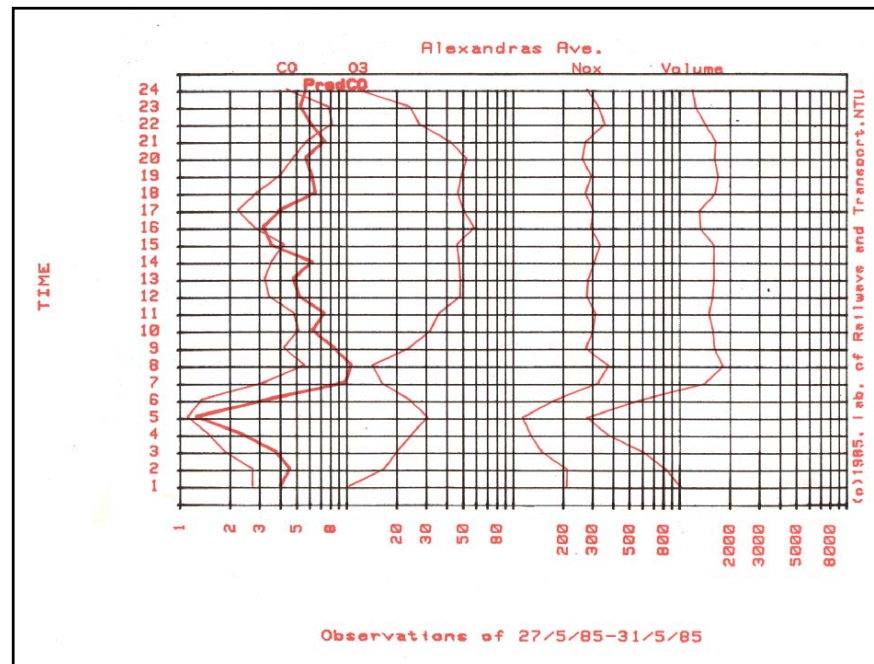
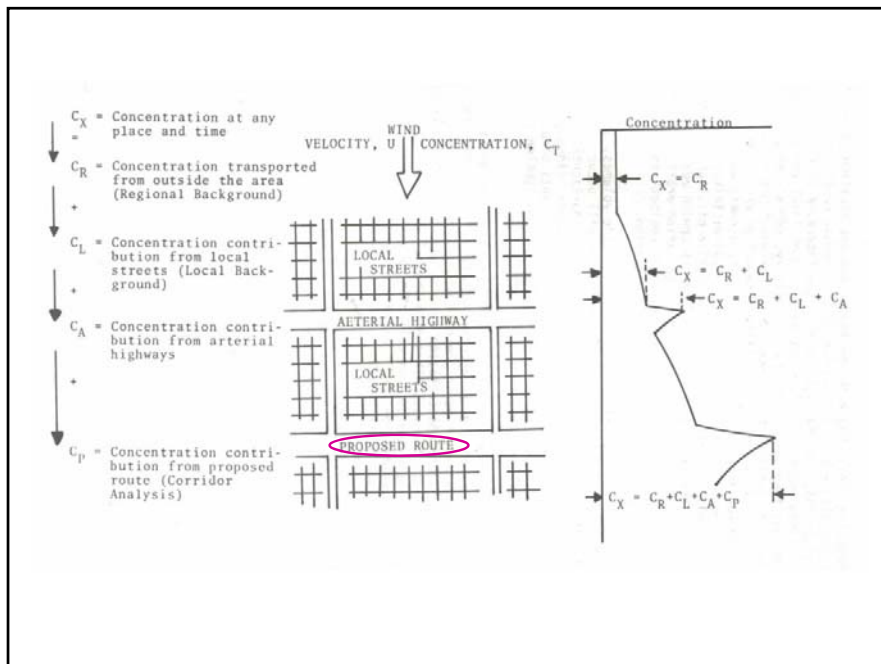
Η επίδραση της οδικής 'χαράδρας' (street canyon)

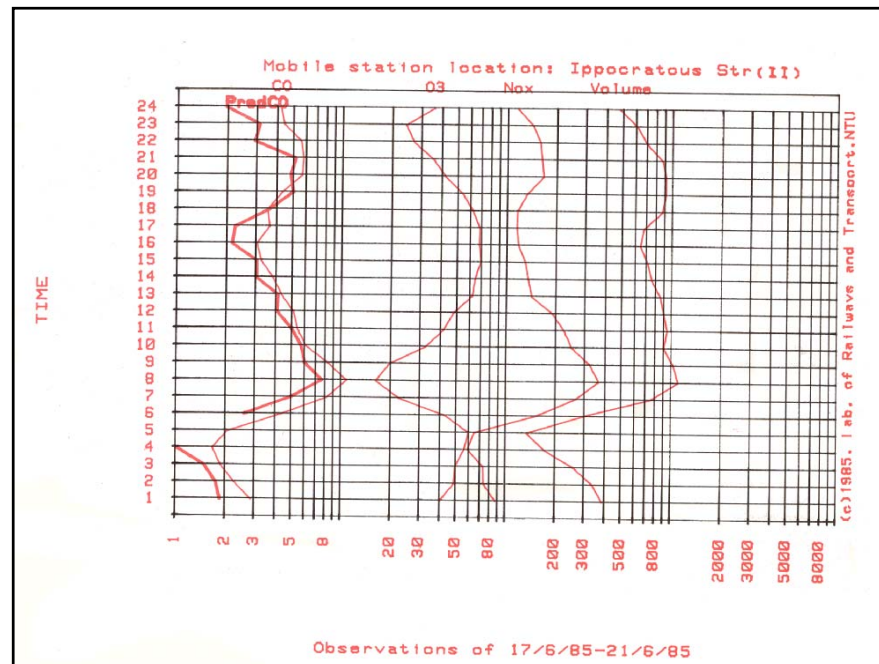
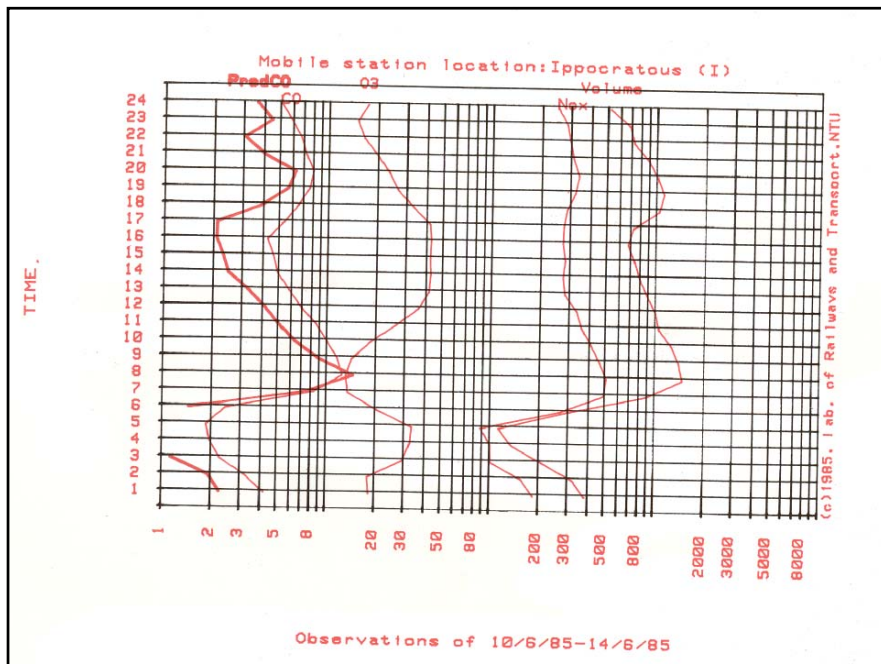


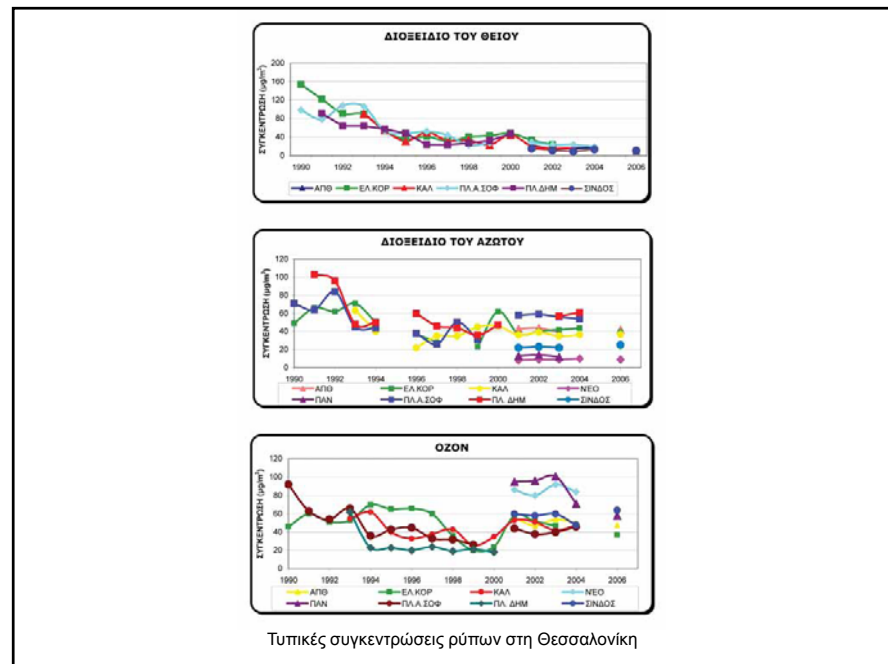
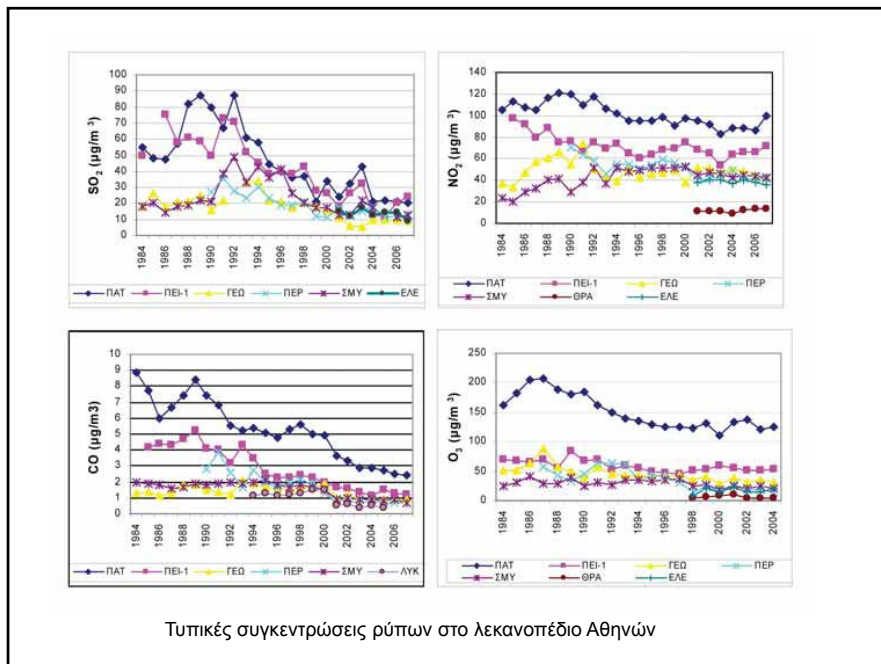


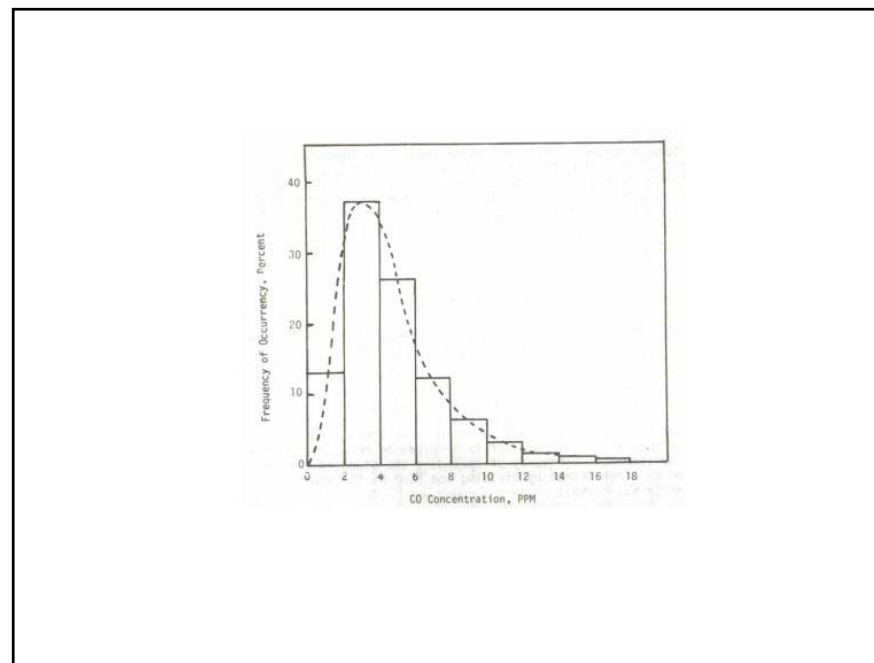
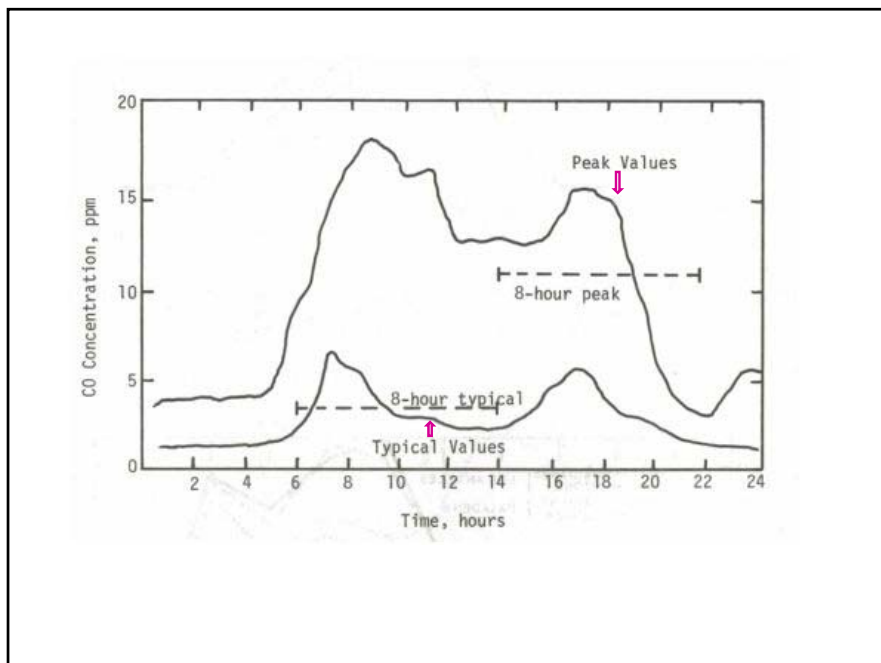


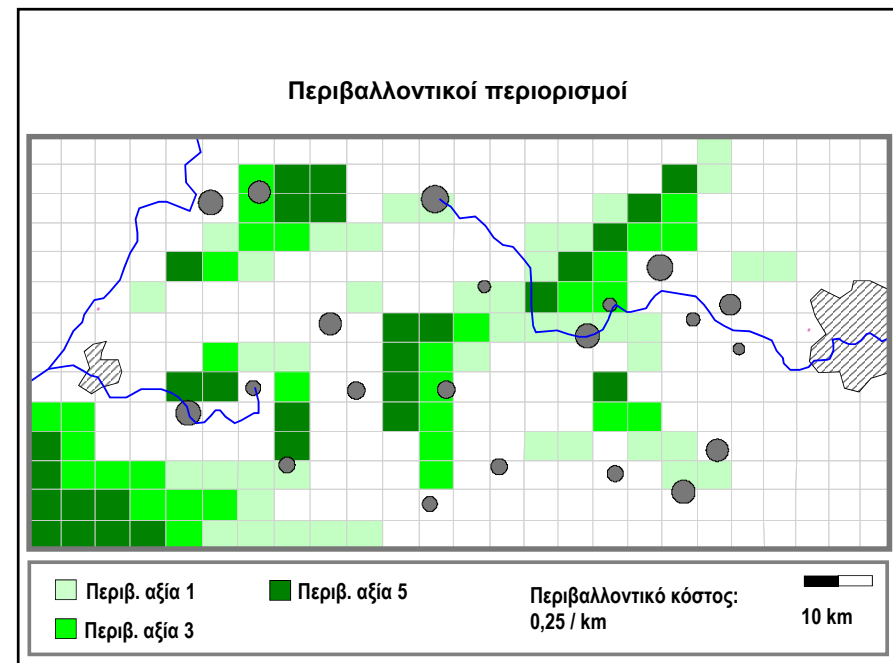
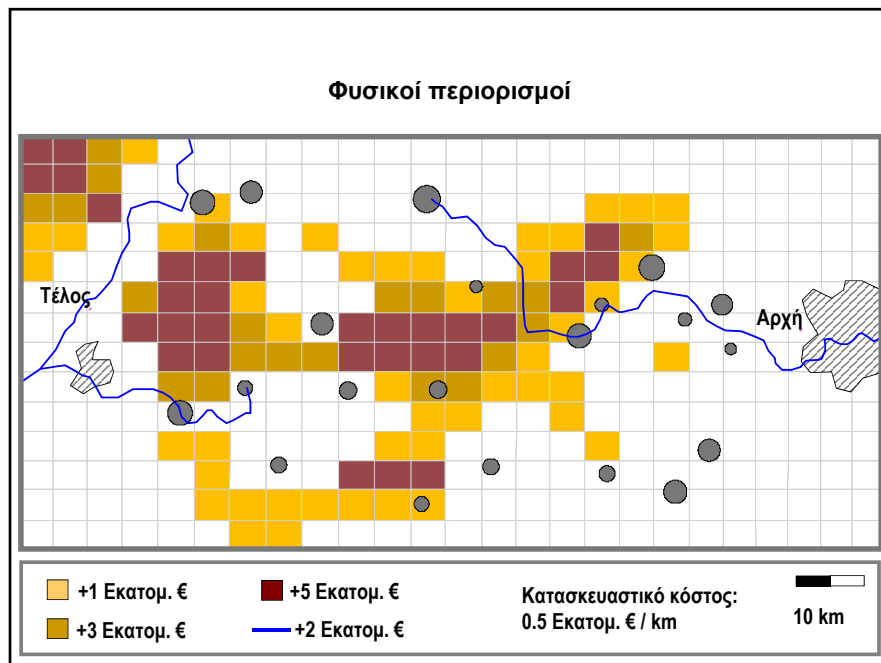


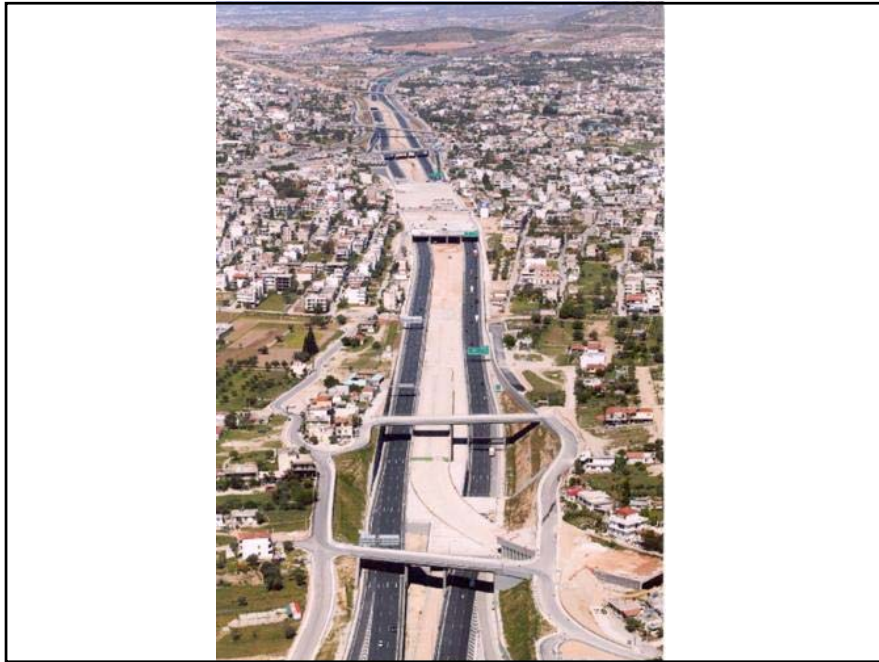




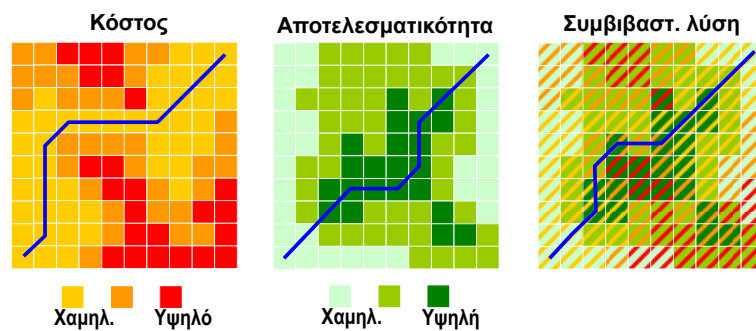








Ελαχιστοποίηση κόστους και μεγιστοποίηση αποτελεσματικότητας



Βέλτιστη επιλογή σχεδιασμού έργων :

$$\max \sum_{j=1}^n u_j x_j$$

με τους περιορισμούς

$$\sum_{j=1}^n w_j x_j \leq c$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j = 1, 2, \dots, n$$

όπου: x_j η μεταβλητή επιλογής εναλλακτικής j ,
 u_j η 'χρησιμότητα' και w_j το 'κόστος' του έργου j

Μοντέλο ακέραιου προγραμματισμού (IP)
 The Knapsack Problem

Το γενικότερο πρόβλημα επιλογής εναλλακτικών λύσεων στη κατασκευή έργων υποδομής:
The Multiple Choice Knapsack Problem

$$\max \sum_{i=1}^m \sum_{j \in N_i} s_{ij} x_{ij}$$

με τους περιορισμούς

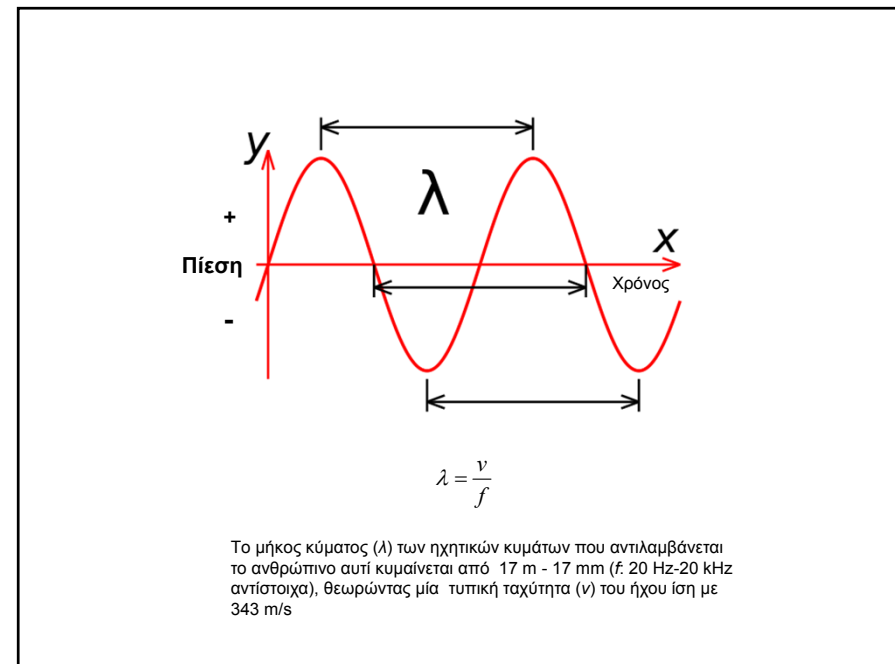
$$\sum_{i=1}^m \sum_{j \in N_i} w_{ij} x_{ij} \leq c \quad (\text{περιορισμός προϋπολογισμού έργου(ων)})$$

$$\sum_{j \in N_i} x_{ij} \leq 1, i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{περιορισμός επιλογής})$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, m, j \in N_i \quad (\text{ακέραιος περιορισμός 0-1})$$

όπου: x_{ij} η μεταβλητή επιλογής εναλλακτικής j του (υπο)έργου i
 N_i : ομάδα εναλλακτικών λύσεων (υπο)έργου i
 s_{ij} η (σχετική) 'χρησιμότητα' και w_{ij} το 'κόστος' της εναλλ. j του έργου i

2. Θόρυβος



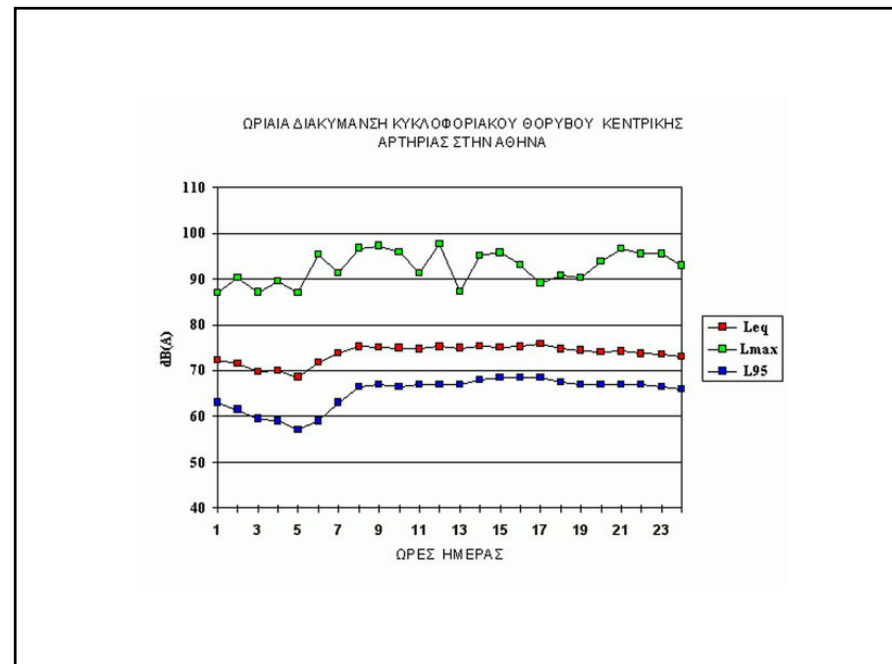
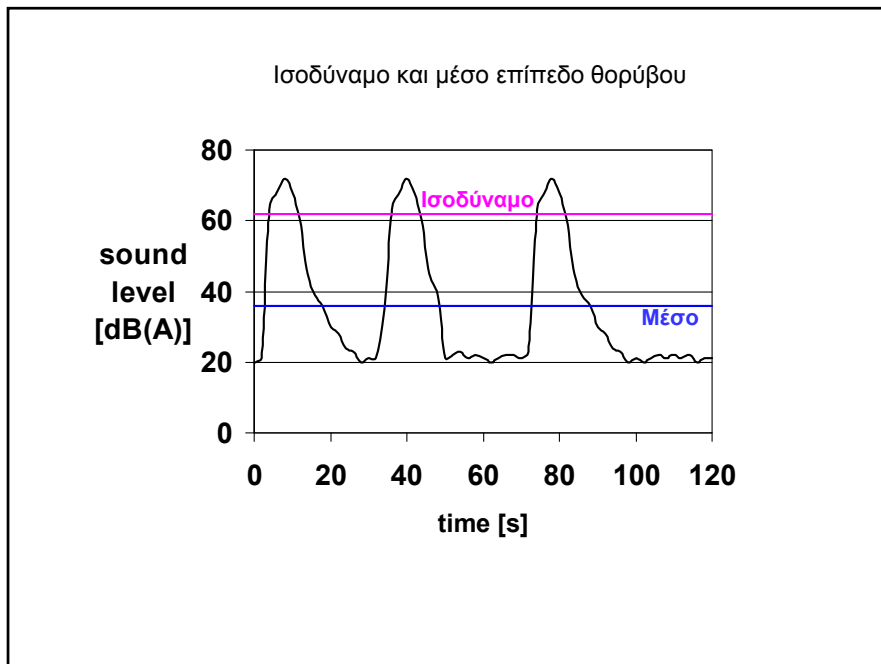
Επίπεδο ακουστικής πίεσης (Sound Pressure level)

$$\begin{aligned} \text{SPL} &= 10 \log(p^2 / p_{\text{ref}}^2) \\ &= 20 \log(p / p_{\text{ref}}) \text{ decibels (dB)} \end{aligned}$$

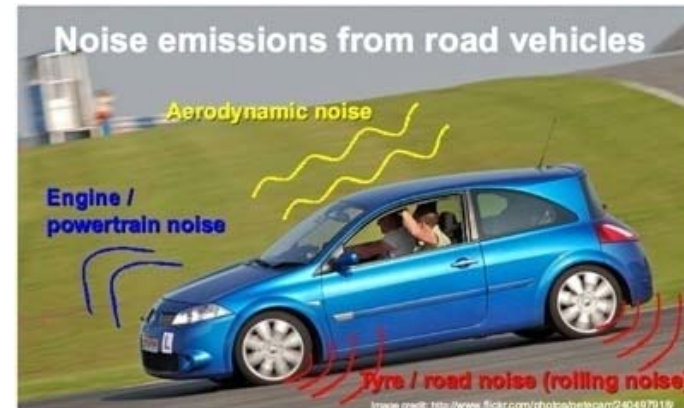
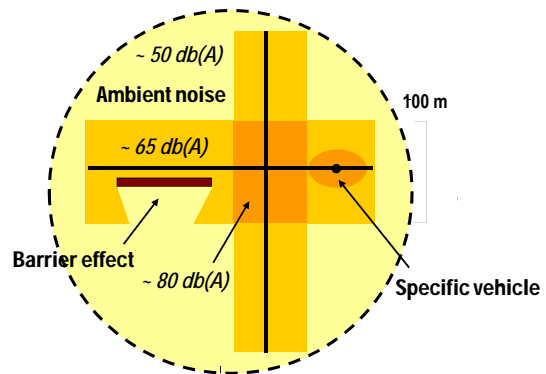
Πίεση αναφοράς: $p_{\text{ref}} = 2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$

Ισοδύναμο επίπεδο θορύβου L_{eq}

$$L_{\text{eq}} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_{\text{ref}}^2(t)} dt \right]$$

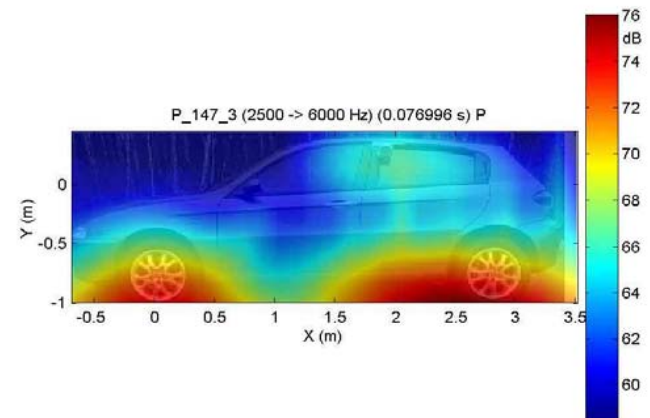


Οδικός θόρυβος

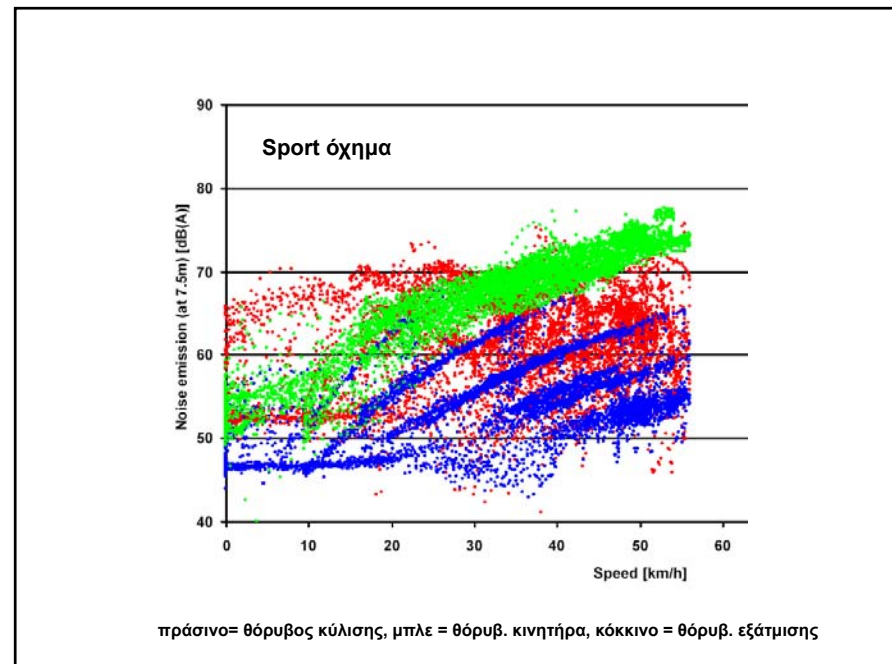
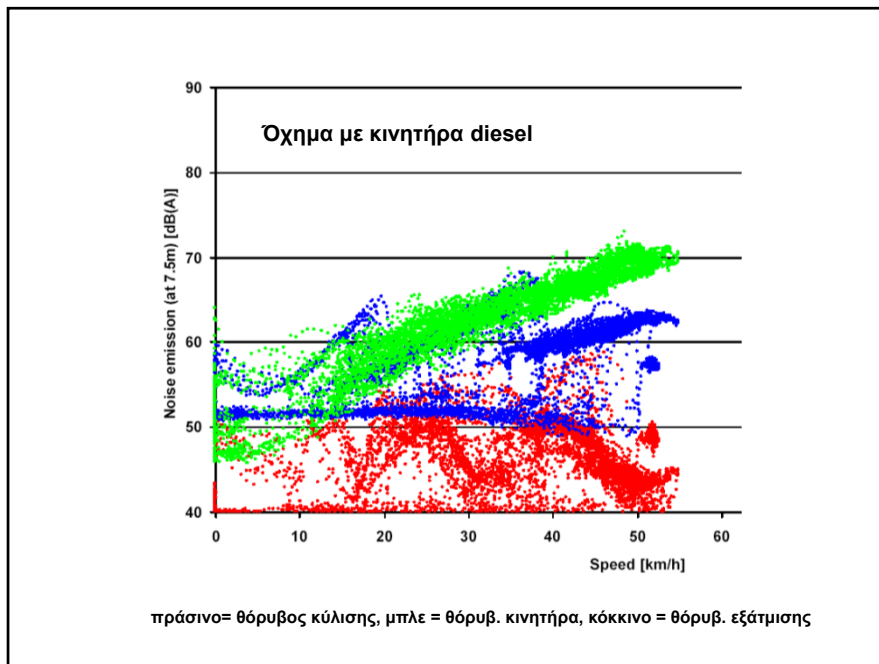


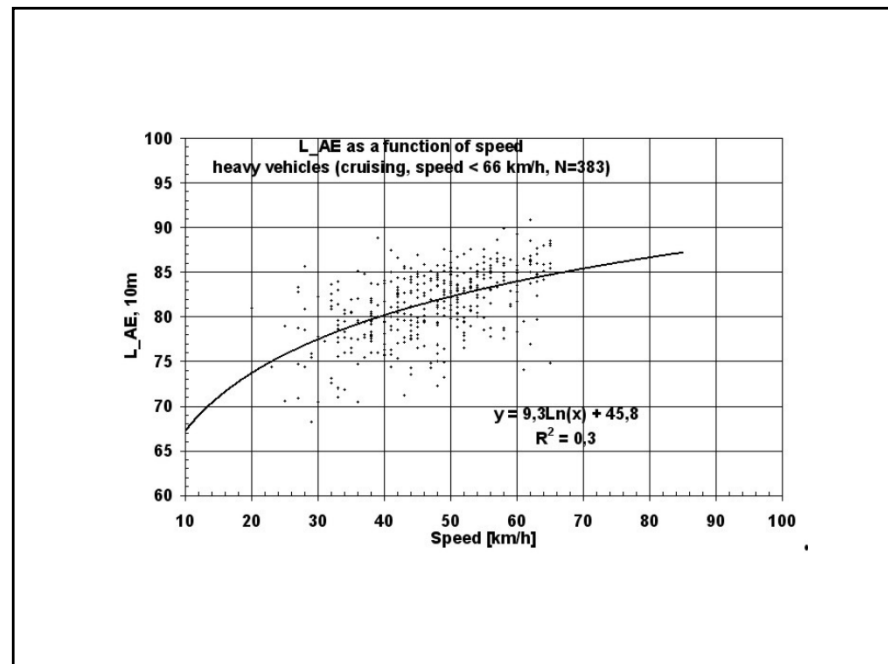
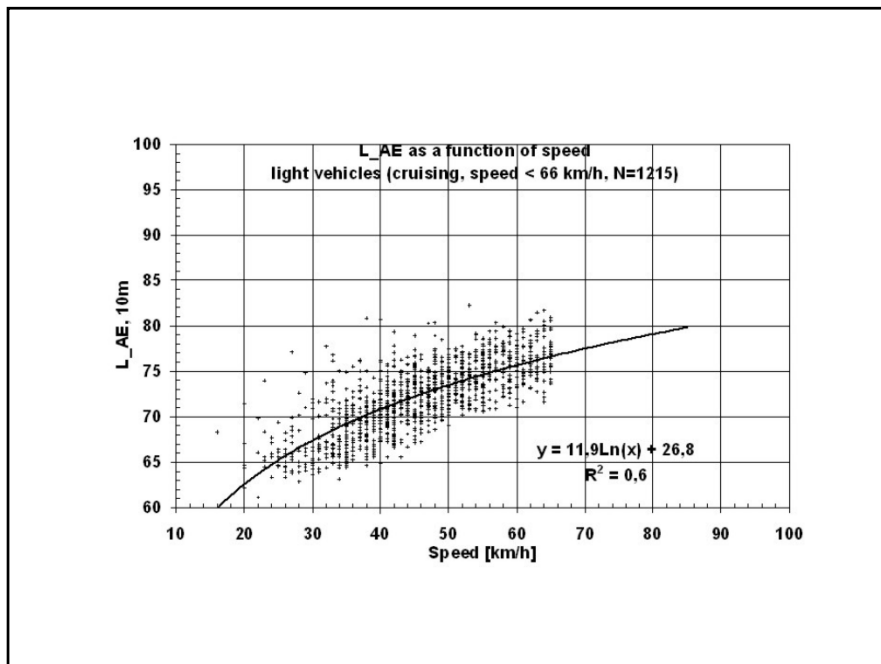


The source of most highway noise is generated at the tire/pavement interface

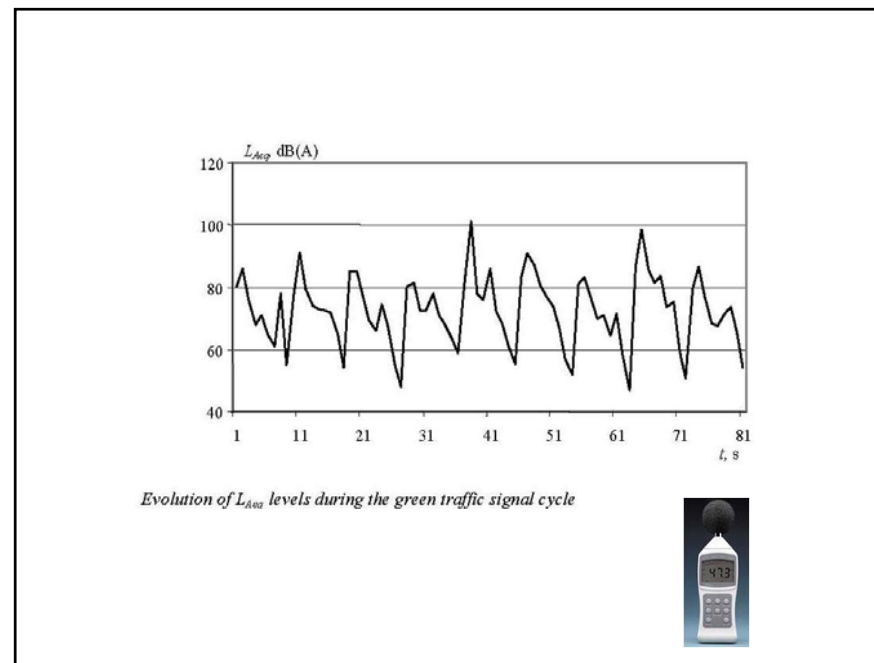


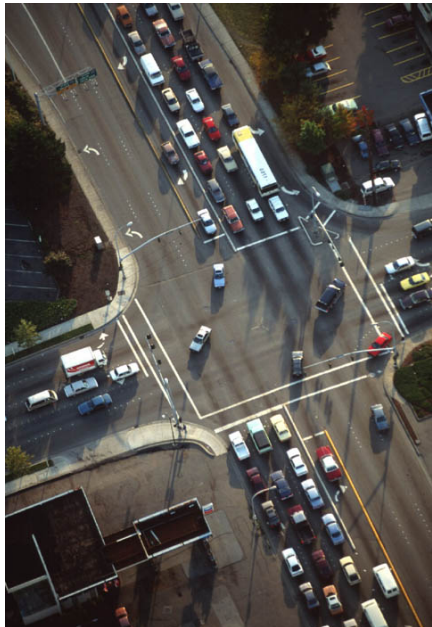
(Courtesy of ACB Engineering)
www.ast-paving.com











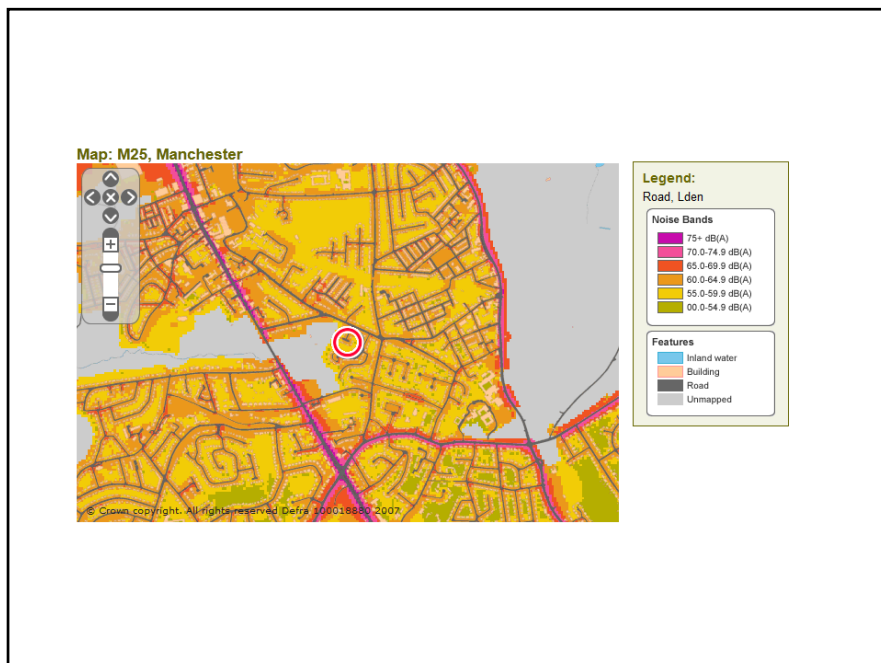
$$60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} + 65 \text{ dB} + 75 \text{ dB} =$$

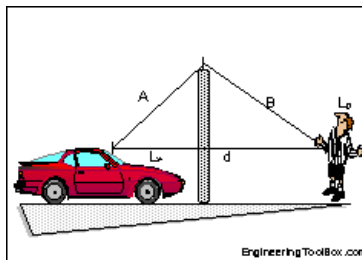
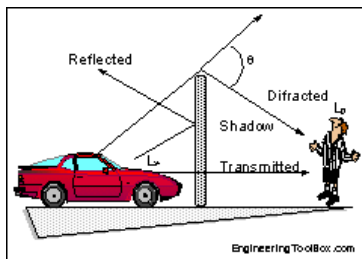
$$10 \lg_{10} [10^{(60/10)} + 10^{(60/10)} + 10^{(65/10)} + 10^{(75/10)}]$$

$$= 75,65 \text{ dB}$$

$L_{\text{day_evening_night}}$ (dB):

$$L_{\text{den}} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{\text{day}}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{\text{evening}} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{\text{night}} + 10}{10}} \right)$$





$$\Delta \text{ διαδρομής} = A + B - d$$

Η **εξασθένιση** της μετάδοσης μπορεί να εκφραστεί με τη βοήθεια του αριθμού Fresnel:

$$N = 2 \Delta / \lambda$$

όπου

N = ο αριθμός Fresnel (αδιάστατος)

$$\Delta = A + B - d \text{ (m)}$$

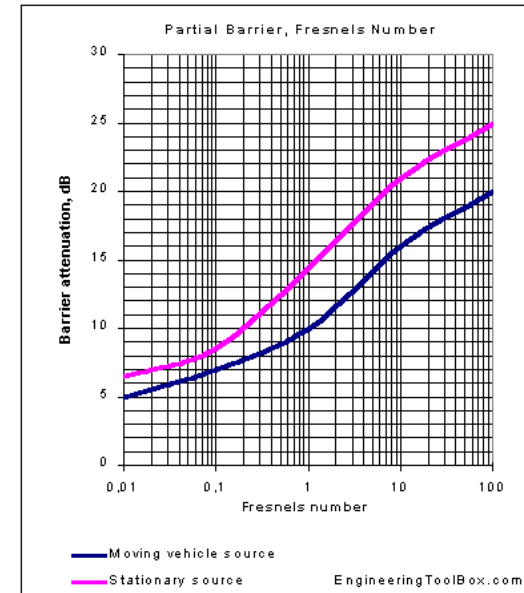
λ = μήκος κύματος του ήχου (m)

Τύπος υπολογισμού εξασθένησης θορύβου:

$$A_{\text{barrier}} = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} + 5 \text{ (dB)}$$

N = ο αριθμός Fresnel

$$\tanh x = (e^x - e^{-x}) / (e^x + e^{-x})$$

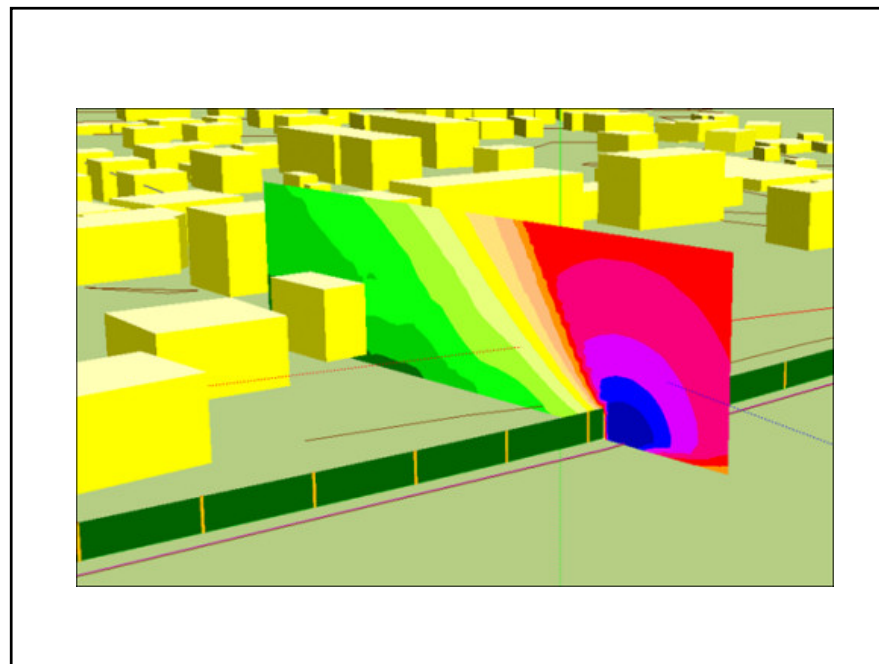
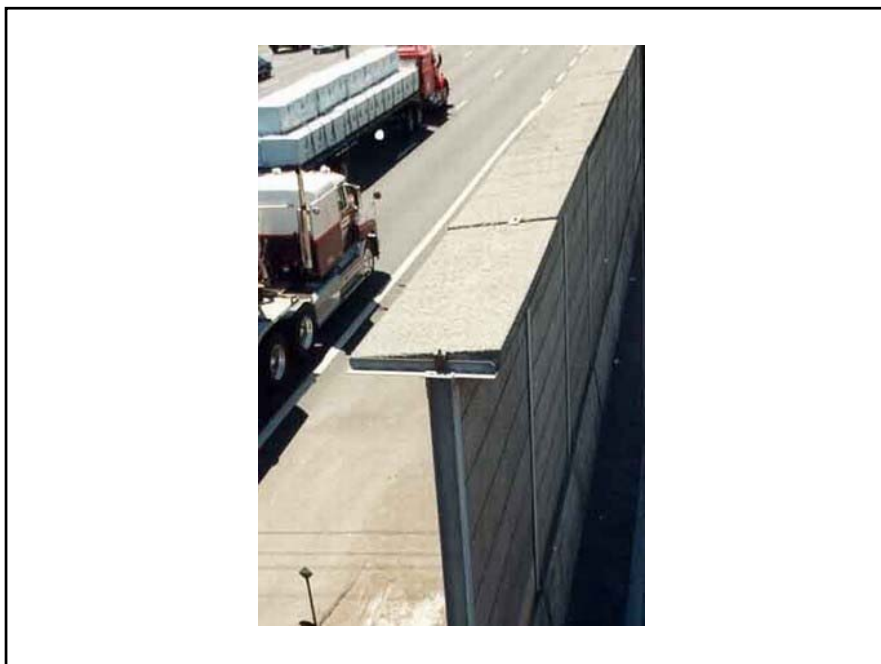


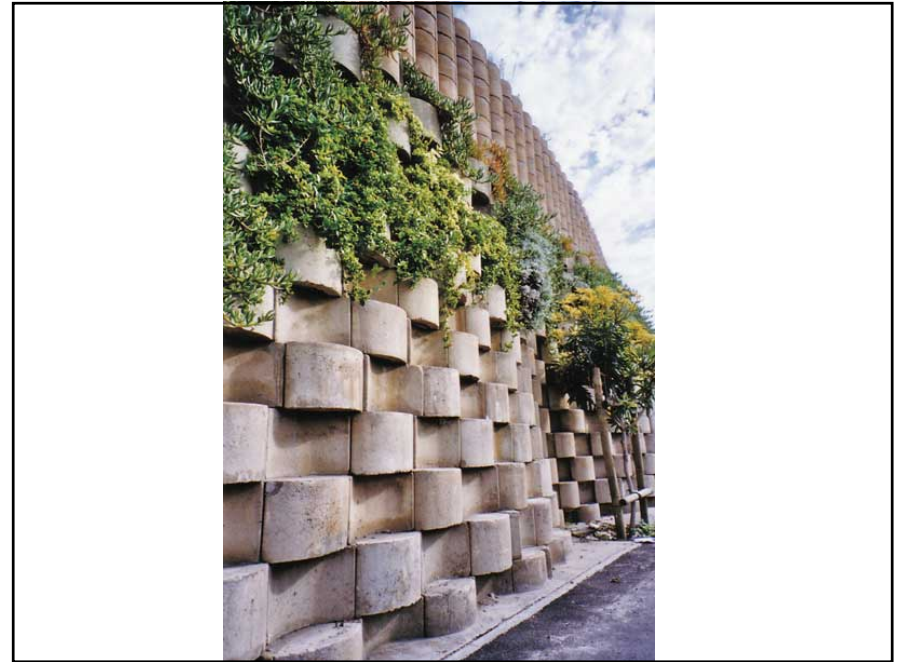
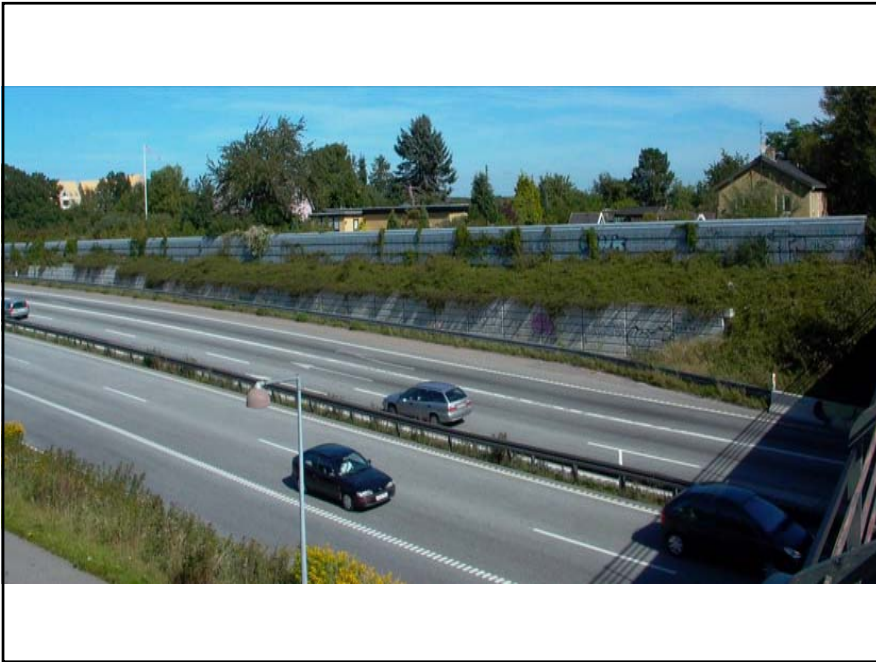
| Υλικό | Πάχος (mm) | Πυκνότητα (kg/m ³) | Μείωση dB |
|---|------------|--------------------------------|-----------|
| Πολυκαρβονικό | 8-12 | 10-14 | 30-33 |
| Ακρυλικό | 15 | 18 | 32 |
| Πυκνό σκυρόδεμα | 100 | 244 | 40 |
| Ελαφρύ σκυρόδεμα | 100 | 161 | 36 |
| Σκυρόδ. μικρού βάρους | 200 | 151 | 34 |
| Τούβλο | 150 | 288 | 40 |
| Χάλυβας | 1,27 | 9,8 | 25 |
| Χάλυβας | 0,64 | 4,9 | 18 |
| Φύλλο αλουμινίου | 1,59 | 4,4 | 23 |
| Φύλλο αλουμινίου | 3,18 | 8,8 | 25 |
| Ξύλο | 25 | 18 | 21 |
| Κόντρα πλακέ | 13 | 8,3 | 20 |
| Κόντρα πλακέ | 25 | 16,1 | 23 |
| Απορροφητικό πάνελ με βάση από λαμαρίνα | 50-125 | 20-30 | 30-47 |

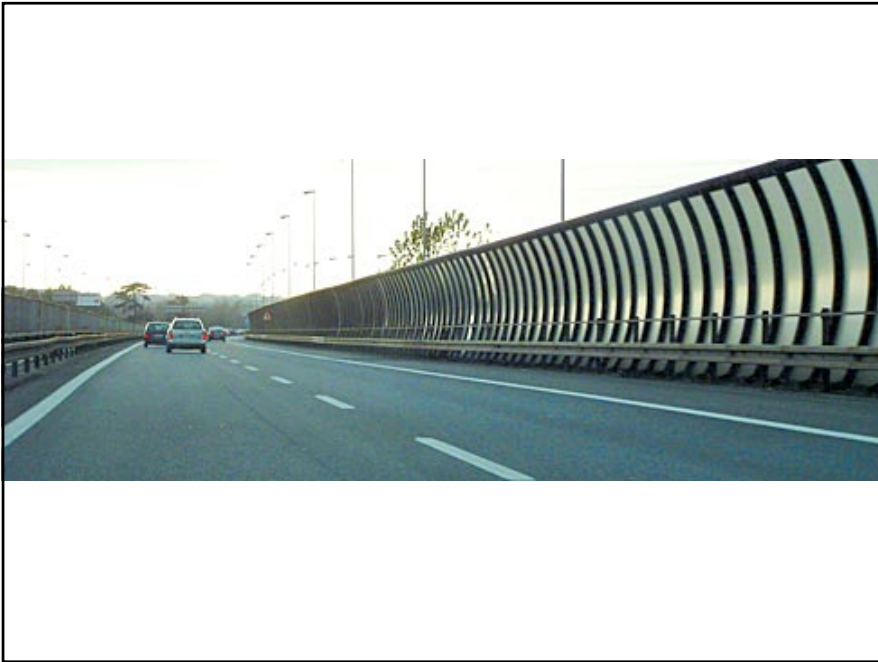
Μειώσεις μετάδοσης θορύβου μέσω διαφόρων υλικών

Κατά κανόνα, κάθε υλικό βάρους 20 kg/m² οδηγεί σε εξασθένηση της μετάδοσης τουλάχιστον 20 dB (A). Αυτό θεωρείται επαρκές για τη μείωση του θορύβου κατά τουλάχιστον 10 dB(A) αν ληφθεί υπόψη και το φαινόμενο της διάθλασης. Σημειώνεται ότι βάρος 20 kg/m² μπορεί να επιτευχθεί από ελαφρύτερα και ταυτόχρονα πιο χοντρά υλικά, ή βαρύτερα και λεπτότερα υλικά. Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα του υλικού, τόσο λεπτότερο μπορεί να είναι το πέτασμα. Η εξασθένηση εξαρτάται επίσης από την ακαμψία του υλικού του πετάσματος αλλά και τη συχνότητα του θορύβου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η μέγιστη μείωση του θορύβου που μπορεί να επιτευχθεί είναι 20 dB (A) για τα συνηθή, σχετικά λεπτά *πετάσματα* και 23 dB (A) για τα *αναχώματα*. Ως εκ τούτου, ένα υλικό που οδηγεί σε εξασθένηση μετάδοσης τουλάχιστον 25 dB (A) μπορεί να θεωρείται πάντοτε ως κατάλληλο για μία επαρκή αντιθορυβική προστασία.

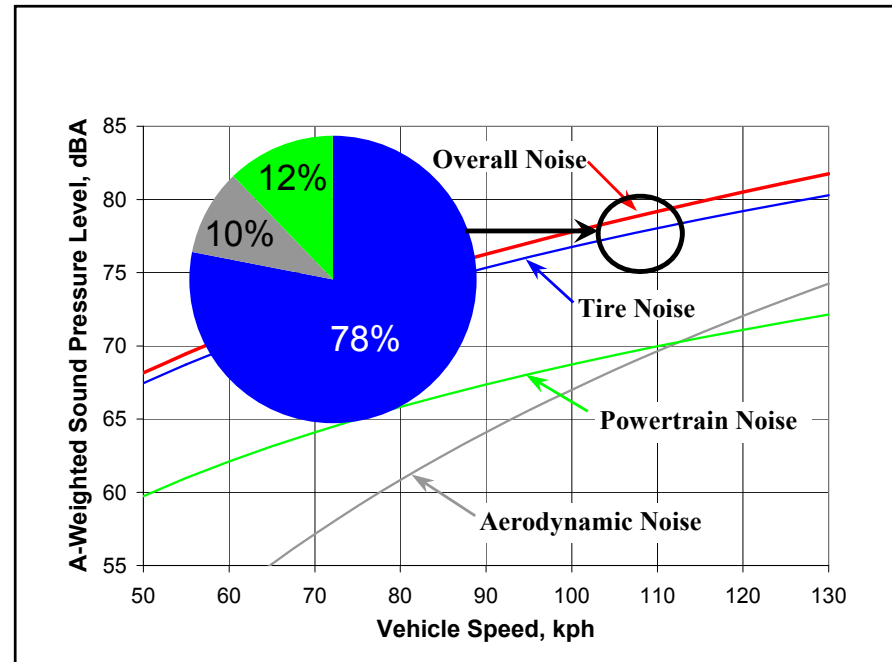








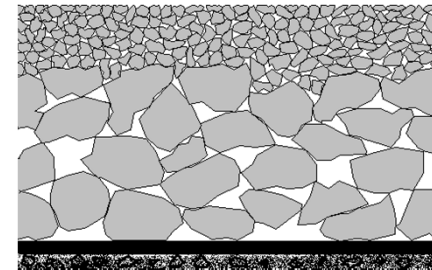


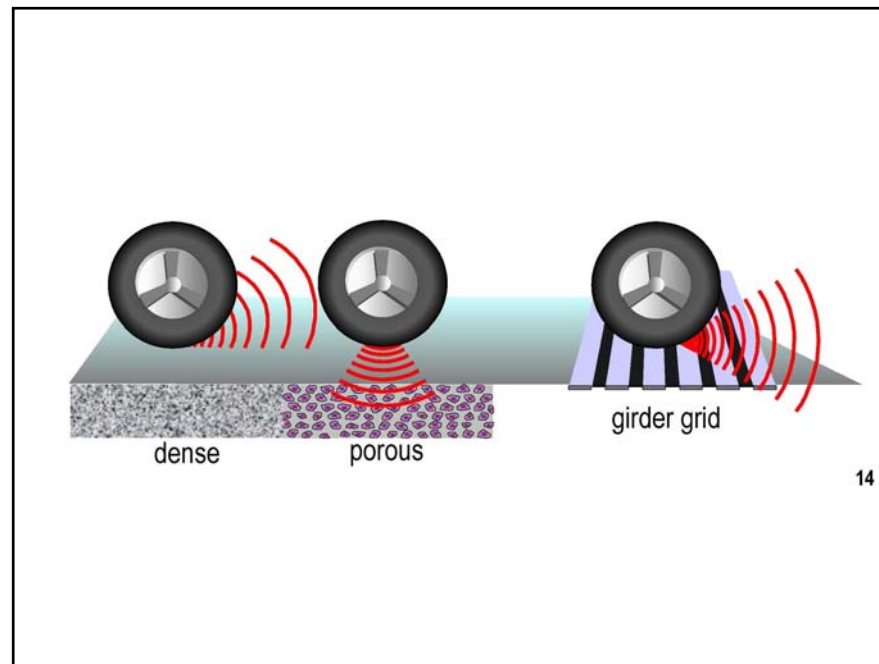
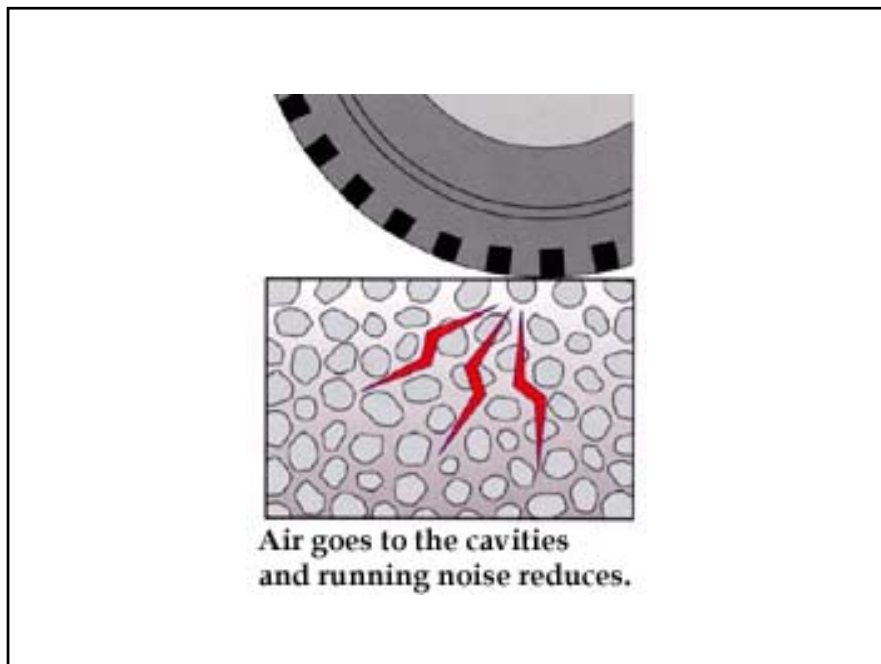


Πορώδη οδοστρώματα δύο στρώσεων



- Ελαχιστοποίηση θορύβου:
- Λεπτά αδρανή (5 mm)
 - Πάχος πορώδους οδοστρώματος (90 mm)
 - Ενσωματωμένα διάκενα αέρα (23-25 %)







Facade noise map with several floors

top view

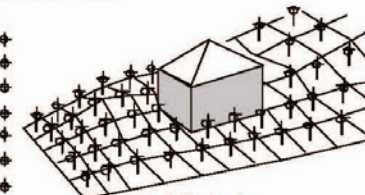
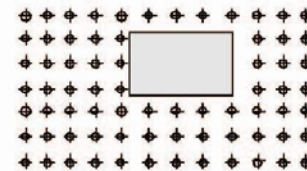
distance



side view



Grid points for a defined elevation above the terrain



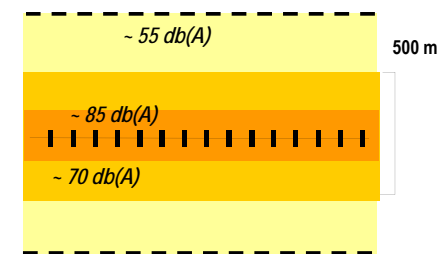
3-D Projection

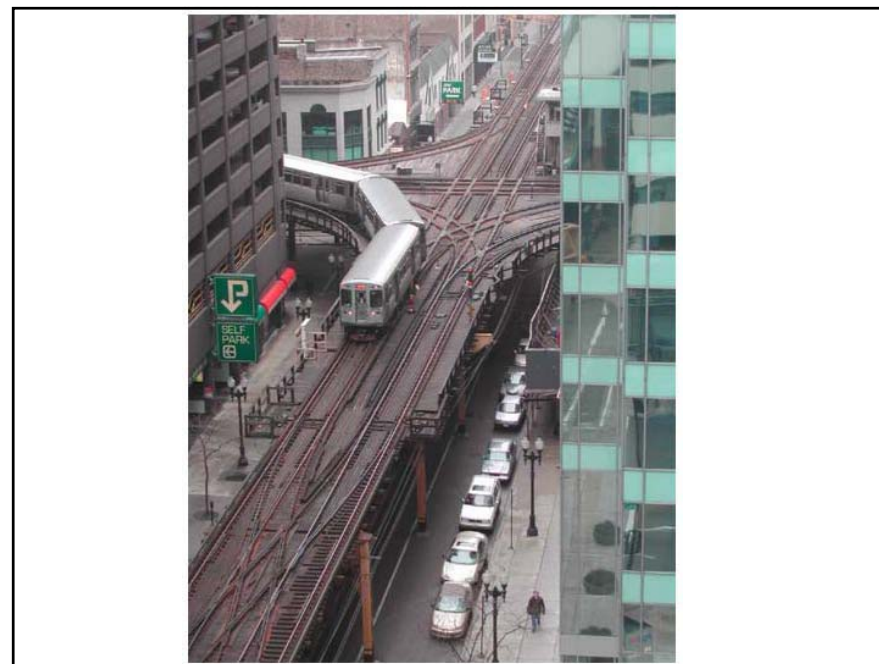
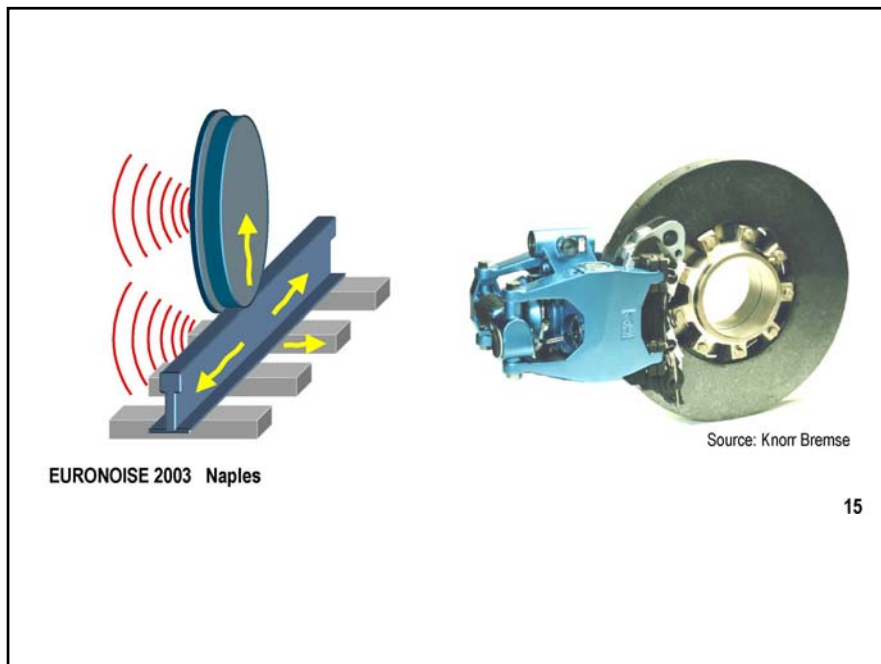
Τιμές:

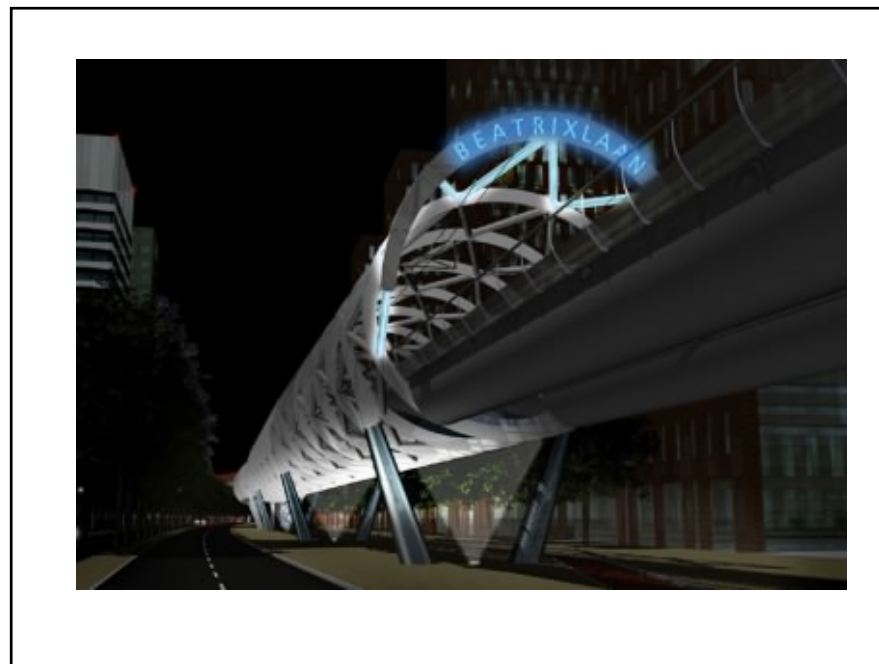
Οι τιμές για τα διπλά τζάμια κυμαίνονται από 25 έως 100 ευρώ το τετραγωνικό μέτρο. Στην αγορά υπάρχουν ειδικές κατασκευές- τζάμια με μεμβράνες- που «κρατούν» έξω από το σπίτι θορύβους, ακόμη και πάνω από 40 dB και οι τιμές τους εκκινούν από 50 ευρώ το τετραγωνικό μέτρο.

Σε ότι αφορά τα κουφώματα, για τα παράθυρα οι τιμές για την εγκατάστασή τους κυμαίνονται από 350 έως 500 ευρώ και, για τις μπαλκονόπορτες από 440 έως 600 ευρώ.

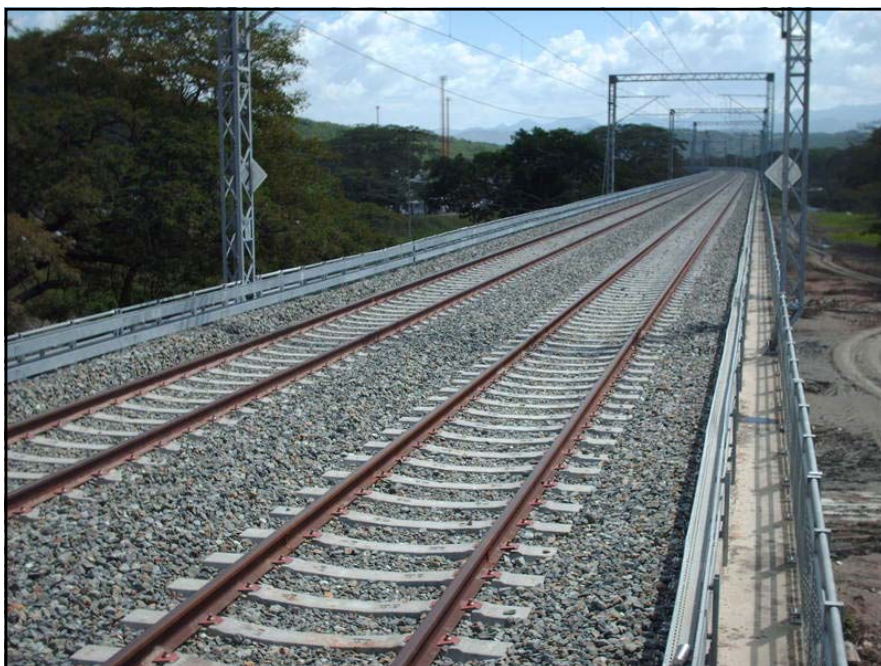
Σιδηροδρομικός θόρυβος

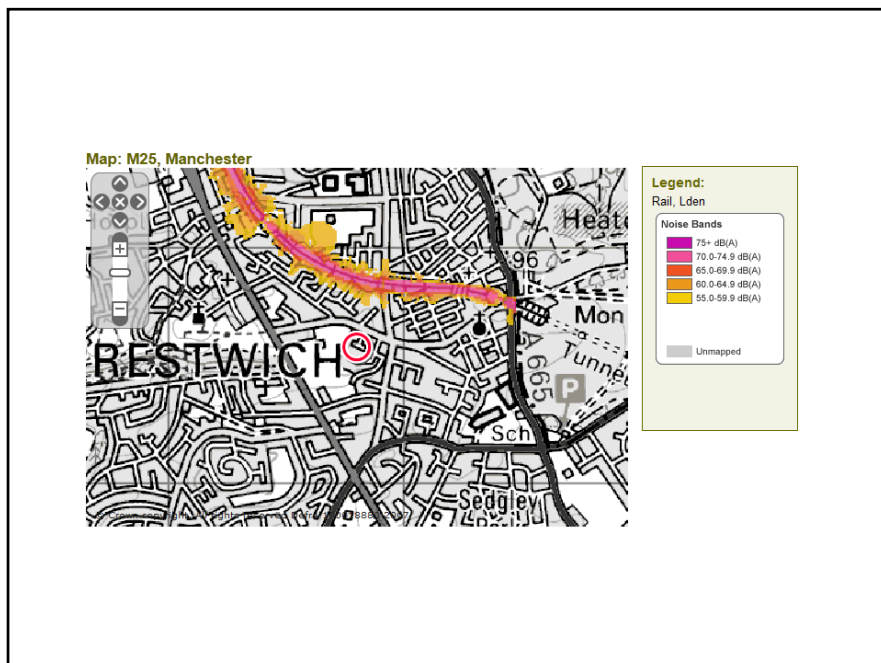


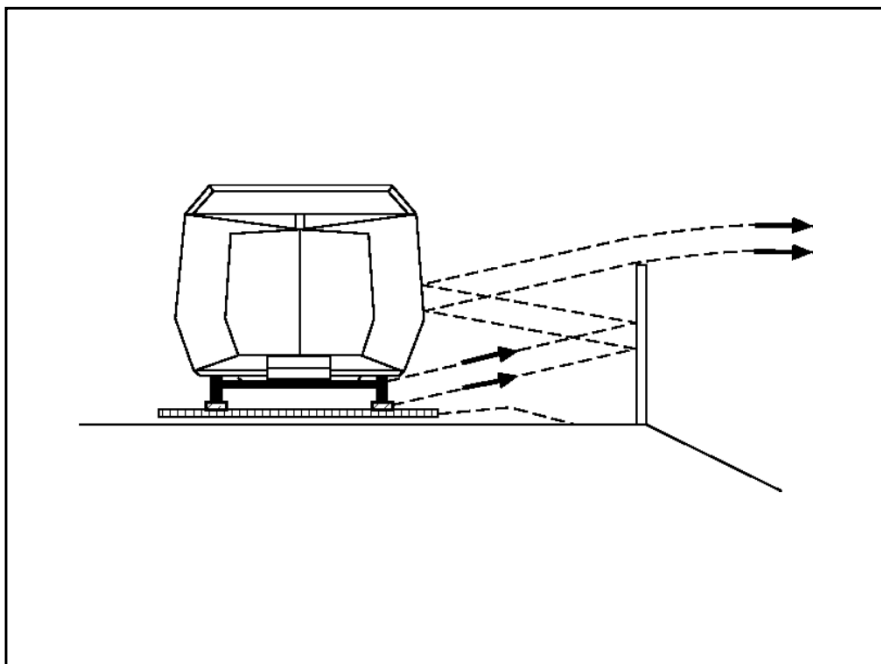




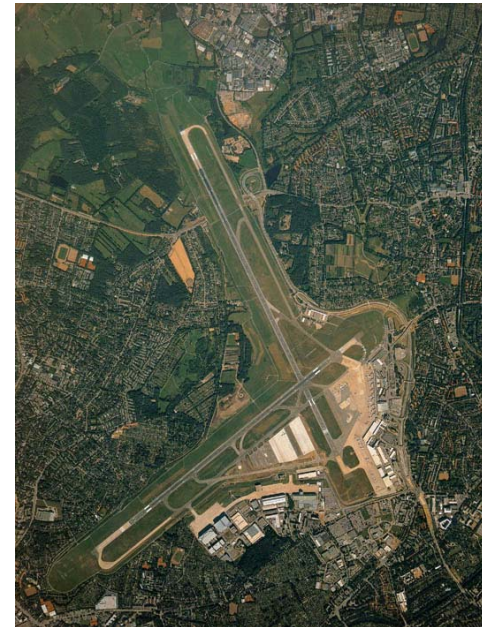
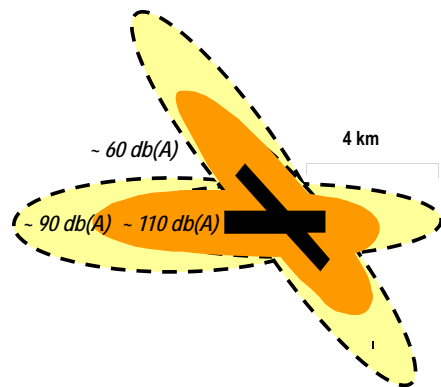


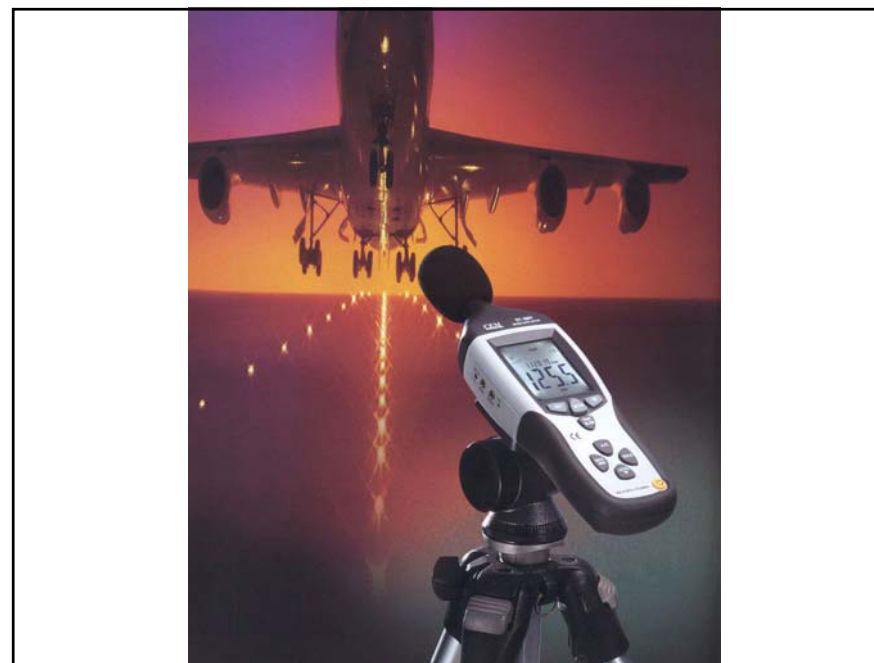
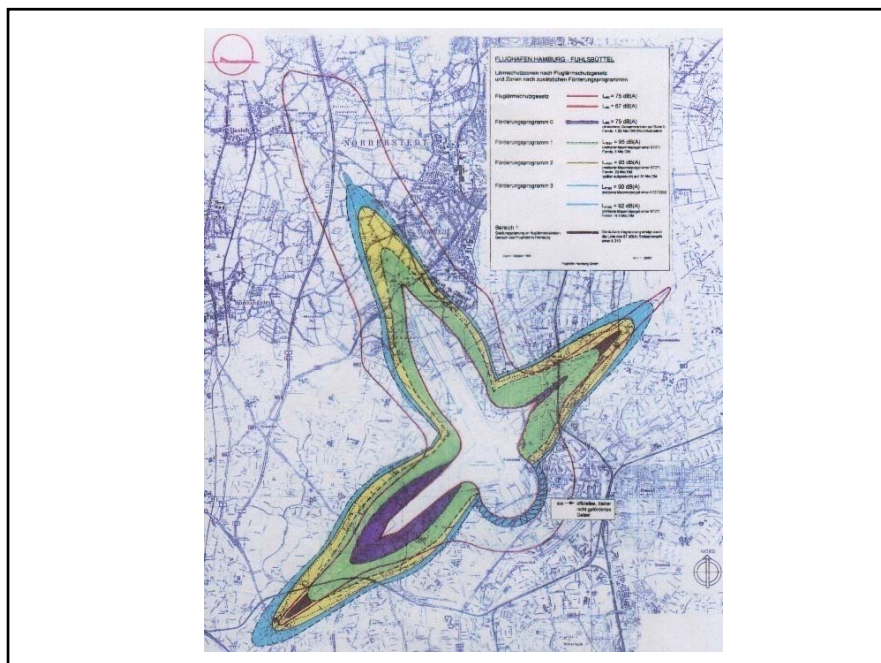


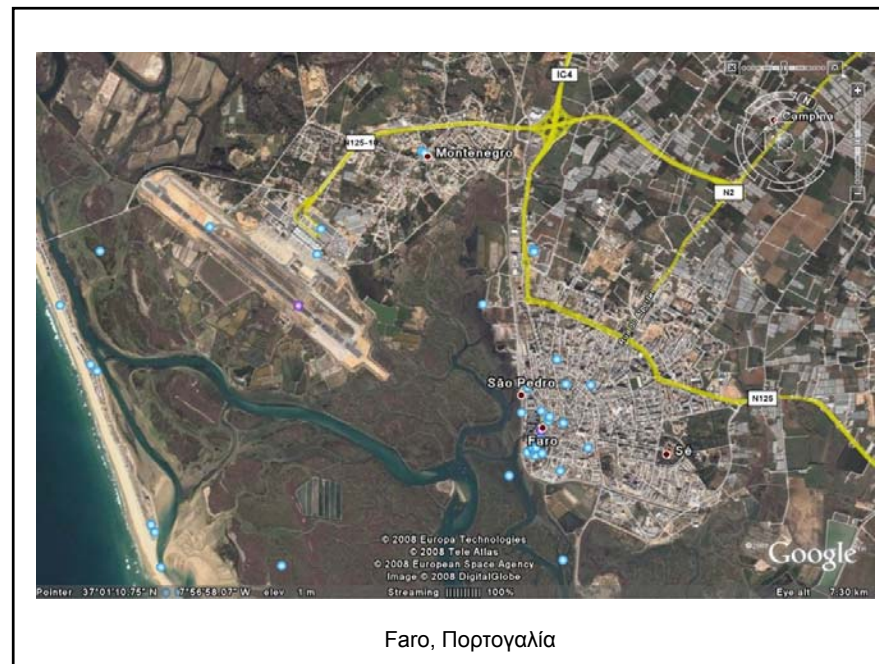


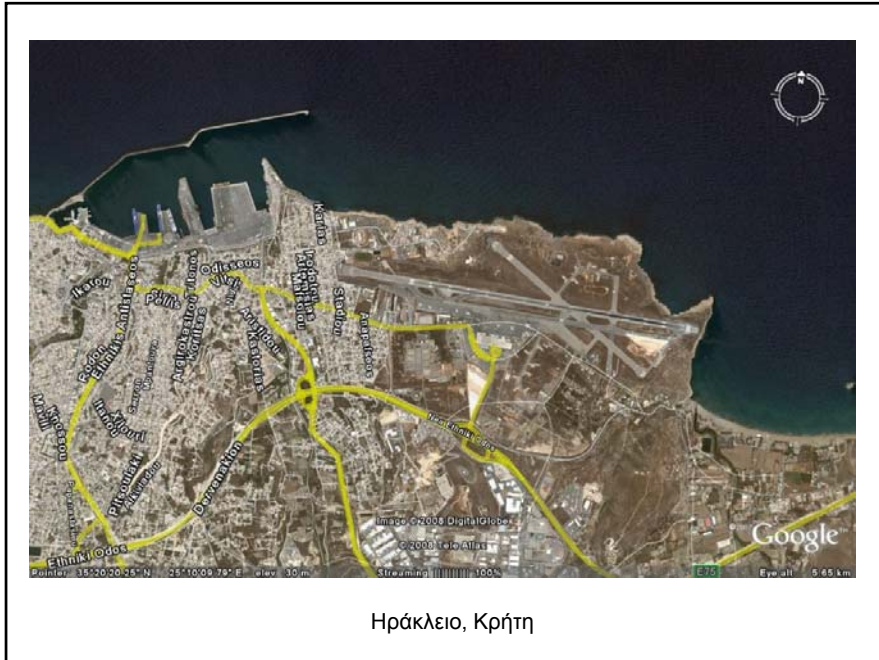


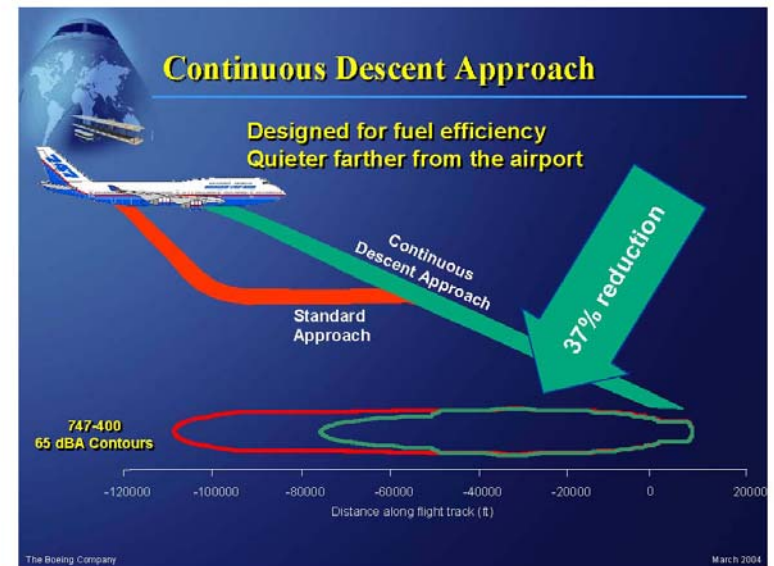
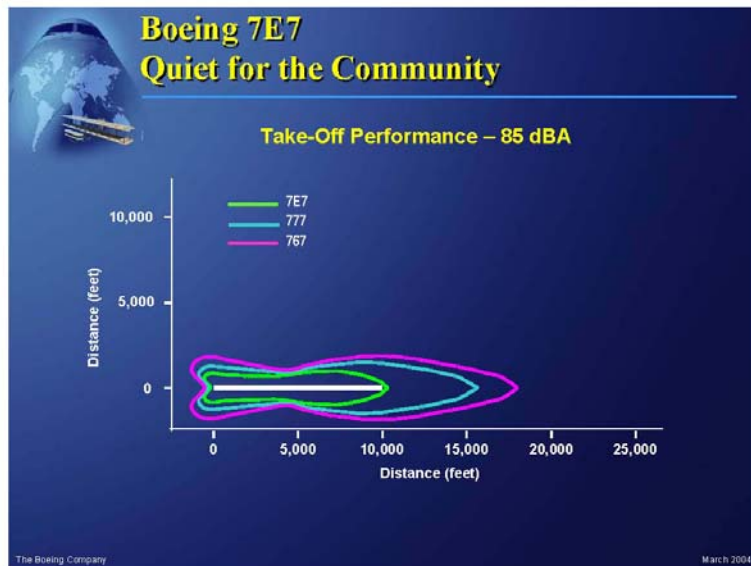
Αεροπορικός θόρυβος

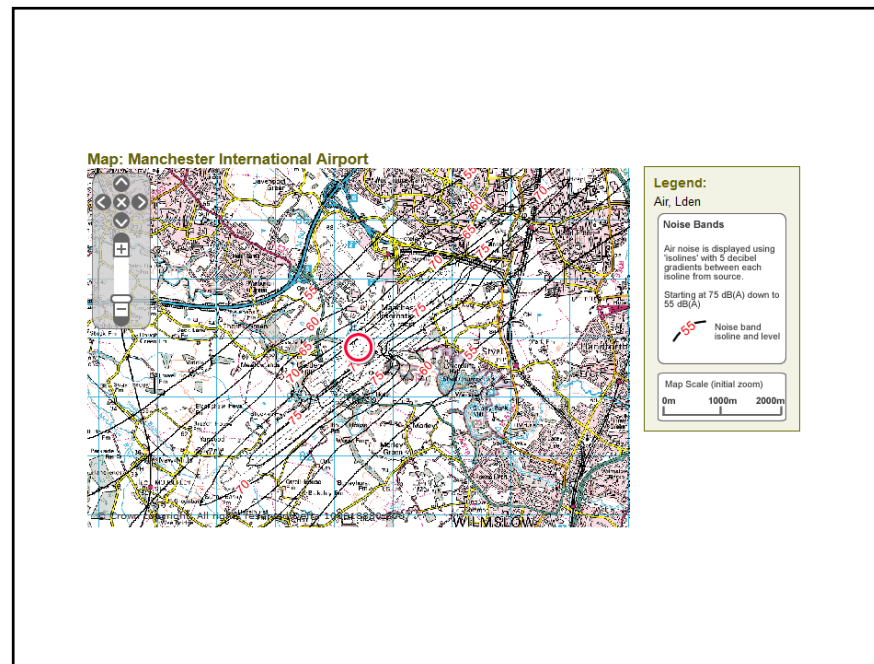
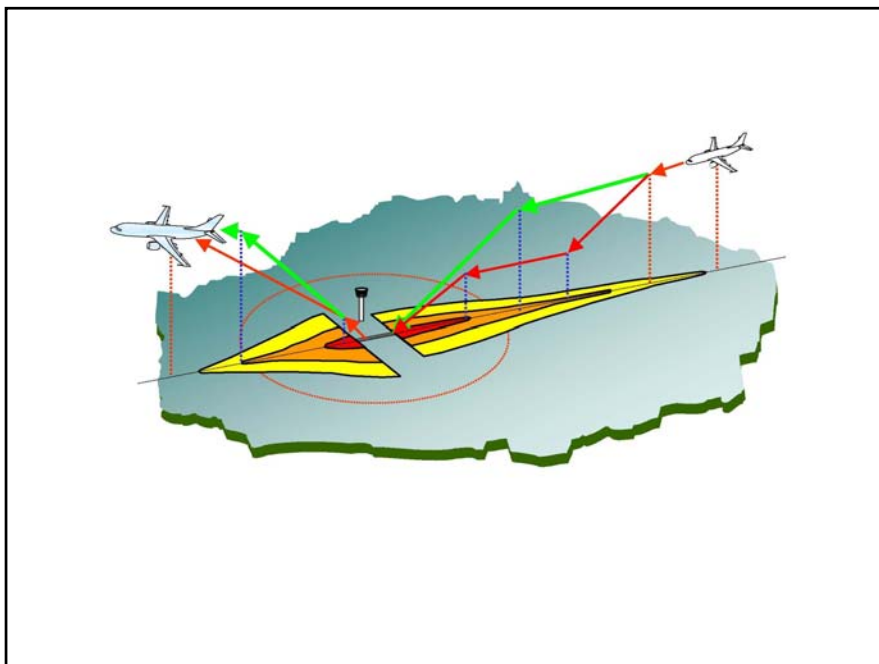










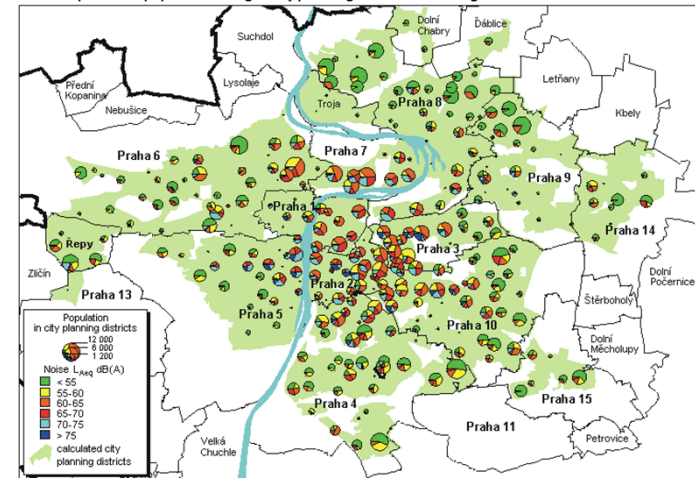


Η ανθρώπινη έκθεση σε ένα γεωγραφικό σημείο x περιγράφεται από τρεις συνιστώσες:
το μέγεθος της συγκέντρωσης/όχλησης (c), τη διάρκεια (t) και στη περίπτωση επανάληψης, από τη συχνότητα.

$$\text{Έκθεση} = f [P(x,t), c(x,t)]$$

Όπου $P(x,t)$: πληθυσμιακή συγκέντρωση

Noise exposure of population living in city planning districts according to NLDM



Source: IMIP, PÚDIS, AKMEST, Hydrossoft Veleslavín



