

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI
SCHOOL OF ENGINEERING
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENERGY DIVISION
PROCESS EQUIPMENT DESIGN LABORATORY

HELLENIC REPUBLIC



ARISTOTLE
UNIVERSITY
THESSALONIKI

Στόμια Αερισμού - Κλιματισμού

Κωνσταντίνος Παπακώστας

Επικ. καθηγητής

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχ. ΑΠΘ

Εργαστήριο Κατασκευής Συσκευών Διεργασιών

dinrap@eng.auth.g

ΓΕΝΙΚΑ

Τα **στόμια** στις εγκαταστάσεις

θέρμανσης-αερισμού-ψύξης

έχουν ως σκοπό να δημιουργήσουν τον κατάλληλο συνδυασμό

θερμοκρασίας, υγρασίας και κίνησης του αέρα

στη ζώνη κατοίκησης των **κλιματιζόμενων χώρων** (από το δάπεδο μέχρι το ύψος των 1.80 m)

Αποκλίσεις από τα αποδεκτά, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, όρια μπορούν να προκαλέσουν **έλλειψη θερμικής άνεσης**.

Στη ζώνη κατοίκησης είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ελαφρά κίνηση του αέρα.

Το ερώτημα είναι ποια τα όρια της ταχύτητας του αέρα σε εφαρμογές άνεσης, πέρα από τα οποία η κίνηση του αέρα γίνεται ενοχλητική και δημιουργούνται ρεύματα.

Τα όρια εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες

- από τη χρήση του χώρου
- από τα άτομα και τη διάρκεια παραμονής τους στο χώρο

Γενικά η επιτρεπτή ταχύτητα του αέρα για θερμοκρασίες 20 - 25°C είναι περίπου 0.15 έως 0.25 m/s.

Σε χώρους με μεγάλη πυκνότητα και κίνηση (π.χ. εμπορικά καταστήματα) επιτρέπονται μεγαλύτερες ταχύτητες.

Υπερβολικά χαμηλές ταχύτητες του αέρα, μικρότερες των 0.08 m/s, προκαλούν την αίσθηση στάσιμου αέρα που είναι το ίδιο ενοχλητική και γι αυτό πρέπει να αποφεύγονται.

Στην πραγματικότητα η ιδανική ταχύτητα του αέρα για θερμική άνεση είναι περίπου 0.13 m/s, αλλά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων είναι δύσκολο να επιτευχθεί.

Τα στόμια του αέρα αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα εξαρτήματα κάθε εγκατάστασης κλιματισμού ή αερισμού και **πρέπει να υπολογίζονται και να εγκαθίστανται με πολλή μεγάλη προσοχή.**

Μία λανθασμένη επιλογή και τοποθέτησή τους μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη αστοχία ενός συστήματος κλιματισμού με αέρα.

Η ορθή επιλογή και τοποθέτηση πρέπει :

- να επιτυγχάνει λειτουργικά αποτελέσματα
- να μη καταστρέφει τη συνολική αισθητική αντίληψη του χώρου

Οι τεχνικές, λειτουργικές και αισθητικές απαιτήσεις, οδήγησαν τους κατασκευαστές στη δημιουργία πολλών τύπων στομίων, τα οποία διαφέρουν στη μορφή, τις διαστάσεις και τον τρόπο λειτουργίας.

Ο αέρας εισάγεται στους κλιματιζόμενους χώρους από τα στόμια προσαγωγής.

Ο αέρας προσαγωγής απορροφά τα θερμικά ή ψυκτικά φορτία του χώρου και δημιουργεί το επιθυμητό περιβάλλον θερμικής άνεσης και ευεξίας.

Συγχρόνως με τον αέρα προσαγωγής τα στόμια προσάγουν στο χώρο και το απαραίτητο ποσό νωπού αέρα.

Ο αέρας ο οποίος έρχεται απευθείας από το στόμιο εξόδου ονομάζεται *πρωτεύοντας αέρας*.

Ο αέρας του χώρου, που παρασύρεται από τον πρωτεύοντα αέρα, ονομάζεται *δευτερεύοντας αέρας*.

Το συνολικό ρεύμα αέρα, που αποτελείται από το μίγμα του πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρα, ονομάζεται *συνολικός αέρας*.

ΣΤΟΜΙΑ ΑΝΑΜΙΞΗΣ

Τα στόμια διανομής του αέρα μπορούν να καταταχθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες.

α) Στόμια τα οποία προσάγουν πρωτεύοντα αέρα και τον αναμιγνύουν μέσα στο χώρο με δευτερεύοντα αέρα, λόγω του **φαινομένου της διείσδυσης**.

Τα στόμια αυτά χαρακτηρίζονται και ως **στόμια ανάμιξης**.

Ο πρωτεύοντας αέρας εξέρχεται με ταχύτητες πολύ μεγαλύτερες από αυτές που είναι αποδεκτές στη ζώνη παραμονής των ανθρώπων, αναμιγνύεται με τον αέρα του χώρου με διείσδυση, η ταχύτητά του πέφτει και η θερμοκρασία του χώρου εξισώνεται.

Η ζώνη παραμονής κλιματίζεται είτε απευθείας από τη δέσμη του συνολικού αέρα είτε από την αντίθετη ροή που δημιουργείται, λόγω της κίνησης του αέρα στο χώρο.

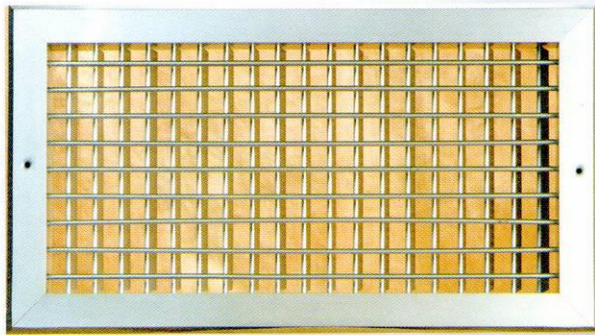
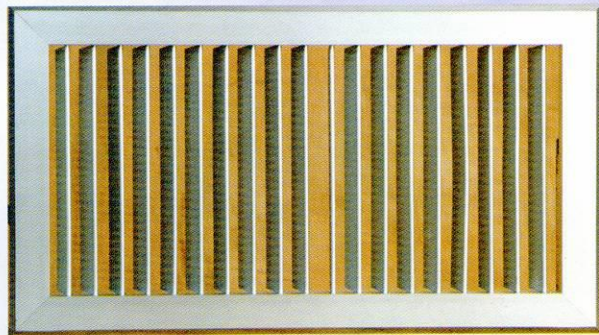
Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αέρα στα στόμια προσαγωγής

Είδος χώρου	Επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα m/s
Στούντιο ραδιοφωνίας- TV	2,5
Βιβλιοθήκες	2,5
Γραφεία	3,75
Κατοικίες	3,75
Νοσοκομεία-Ξενοδοχεία	3,75
Δημόσια κτίρια	5
Θέατρα	5
Εστιάτορια	5
Τράπεζες	5
Σχολεία	5
Εργοστάσια	7,5
Γυμναστήρια	7,5
Κουζίνες	7,5
Μεγάλα καταστήματα	7,5

Ανάλογα με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, υπάρχουν στόμια τα οποία έχουν **μεγάλη ικανότητα ανάμιξης πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρα** (μεγάλη διείσδυση).

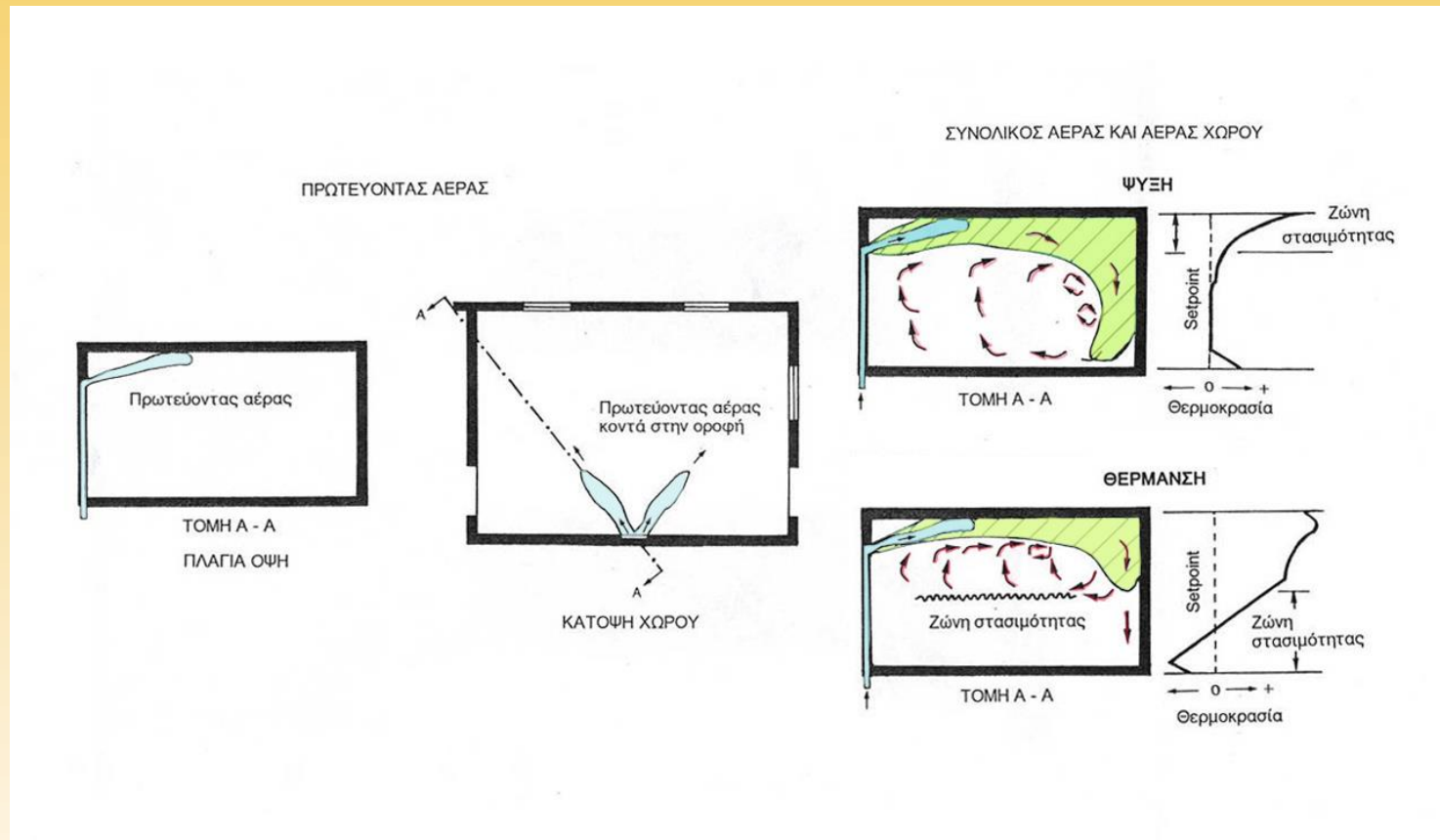
Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα κλιματισμού με **χαμηλές θερμοκρασίες αέρα προσαγωγής** και υψηλές διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στον αέρα του χώρου και τον αέρα προσαγωγής.

Επίτοιχα στόμια (wall outlets)

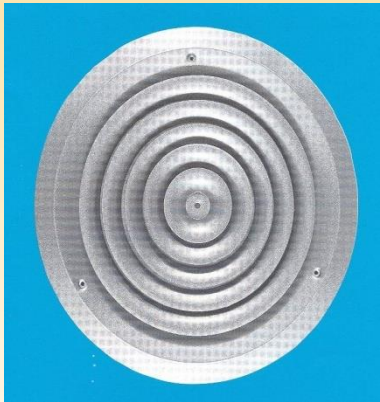
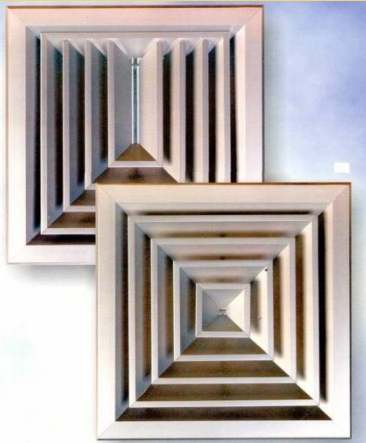


- Τα στόμια αυτού του τύπου εγκαθίστανται στους τοίχους, κοντά στην οροφή, και σε κατάλληλες αποστάσεις ανάλογα με το μέγεθος και τη μορφή του κλιματιζόμενου χώρου.
- Η ταυτόχρονη χρήση τους για ψύξη και για θέρμανση πρέπει να εξετάζεται πολύ προσεκτικά και πρέπει να περιορίζεται σε διαφορές θερμοκρασίας, που δεν υπερβαίνουν τους **15°C** σε λειτουργία θέρμανσης.

Επίτοιχα στόμια (wall outlets)

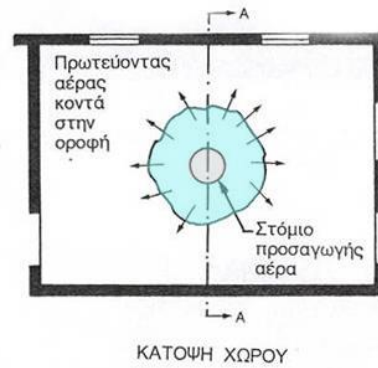


Στόμια οροφής με σταθερά πτερύγια

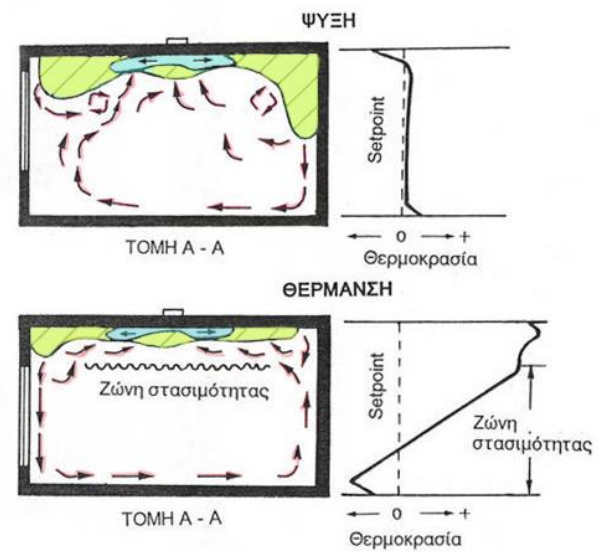


- Τα στόμια οροφής είναι συνήθως κυκλικής, ορθογωνικής ή τετραγωνικής διατομής.
- Είναι κατάλληλα για εκτεταμένους χώρους, μεγάλων διαστάσεων, στους οποίους η τοποθέτηση στομίων τοίχου είναι πιθανόν να μην εξασφαλίζει την ομοιόμορφη διάχυση του αέρα.
- Η ταυτόχρονη χρήση τους για ψύξη και για θέρμανση πρέπει να περιορίζεται σε ύψος οροφής που δεν υπερβαίνει τα **3.5 m**.

Στόμια οροφής(ceiling outlets)



ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΕΡΑΣ ΚΑΙ ΑΕΡΑΣ ΧΩΡΟΥ



Η διάχυση του αέρα



Ψύξη

Αερισμός

Θέρμανση

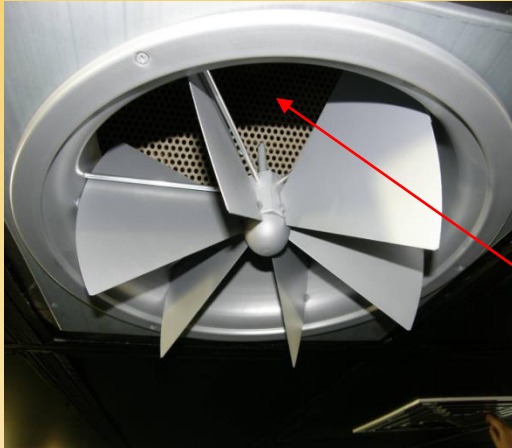
Ενδεικνύμενες κατευθύνσεις του αέρα για ψύξη - θέρμανση

Στόμια οροφής με ρυθμιζόμενα πτερύγια



- Στόμια οροφής με ρυθμιζόμενα πτερύγια (είτε χειροκίνητα είτε με κινητήρα) μπορούν να τοποθετηθούν σε μεγαλύτερα ύψη

Η κατανομή του αέρα και η ρύθμιση παροχής



σχάρα
ισοκατανομής



διάφραγμα
(damper)

Για τη ρύθμιση της ποσότητας του αέρα και την ομοιόμορφη κατανομή του, εγκαθίστανται συνήθως **σχάρα ισοκατανομής** και **διάφραγμα**.

Η σχάρα ισοκατανομής εξασφαλίζει την **ομοιόμορφη κατανομή του αέρα** σε όλη την επιφάνεια του στομίου.

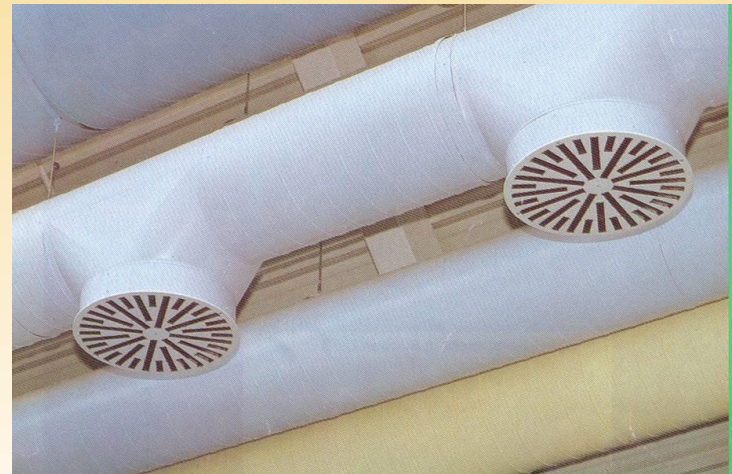
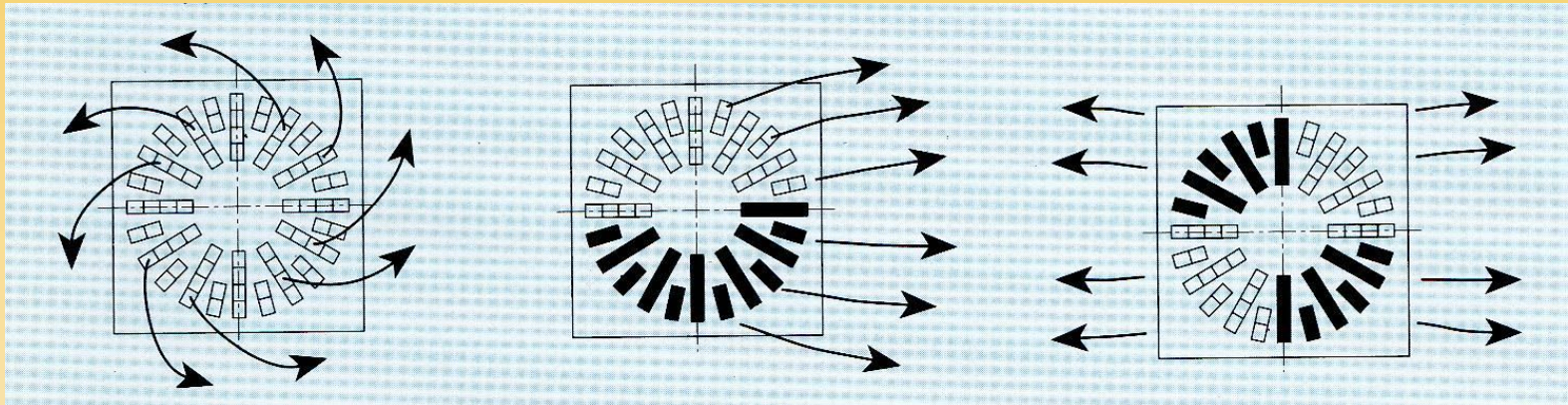
Με το διάφραγμα ρυθμίζεται η **ποσότητα του αέρα** που περνά μέσα από το στόμιο.

Στόμια οροφής στροβιλισμού του αέρα (swirl diffusers)



- Έχουν **μεγάλη ικανότητα διείσδυσης** και έτσι επιτυγχάνεται μια γρήγορη εξισορρόπηση της θερμοκρασίας του χώρου σε πολύ μικρή απόσταση από το στόμιο, χωρίς τη δημιουργία ρευμάτων.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς προβλήματα **κατά την ψύξη** μέχρι μια **διαφορά θερμοκρασίας 12 K** και έως **14 εναλλαγές του αέρα /ώρα**.
- Τοποθετούνται σε **ύψος** από **2.4** έως **4.5 m**.

Στόμια οροφής στροβιλισμού του αέρα (swirl diffusers)



Στόμια περιστρεφόμενης δέσμης (twist diffusers)



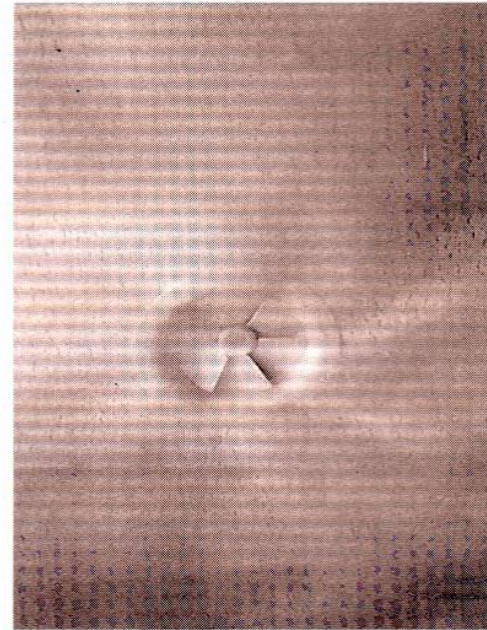
- Έχουν κυκλικό σχήμα και πτερύγια με ελικοειδή σχεδίαση.
- Τα πτερύγια του στομίου δημιουργούν ακτινικά ρεύματα αέρα και έτσι δημιουργείται μια ισχυρή ανάμιξη με τον αέρα του χώρου.
- Το ύψος τοποθέτησης μπορεί να ξεπεράσει τα **4 m** και να φθάσει μέχρι **8 m**.
- Στην ψύξη ο αέρας διαχέεται οριζόντια.
- Στη θέρμανση η δέσμη ο αέρας κατευθύνεται κατακόρυφα.

Στόμια περιστρεφόμενης δέσμης (twist diffusers)

Ρύθμιση των πτερυγίων του στομίου (οπτικός έλεγχος)



Ρύθμιση πτερυγίων σε κατακόρυφη θέση για προσαγωγή ζεστού αέρα.



Ρύθμιση πτερυγίων σε οριζόντια θέση για προσαγωγή ψυχρού αέρα.

Στόμια περιστρεφόμενης δέσμης (twist diffusers)



Ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας (Long range nozzles)



- Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που ο αέρας προσαγωγής πρέπει να διανύσει μεγάλες αποστάσεις μέχρι να φθάσει στη ζώνη παραμονής του κλιματιζόμενου χώρου. Ιδιαίτερα όταν η προσαγωγή του αέρα με στόμια οροφής είναι αδύνατη.
- Η περίπτωση αυτή συναντάται σε πολύ μεγάλους χώρους, όπως θέατρα, αίθουσες συναυλιών, αεροδρόμια κλπ.
- Τα στόμια αυτού του τύπου επιτρέπουν εμβέλειες από **4.5** έως **30 m**.

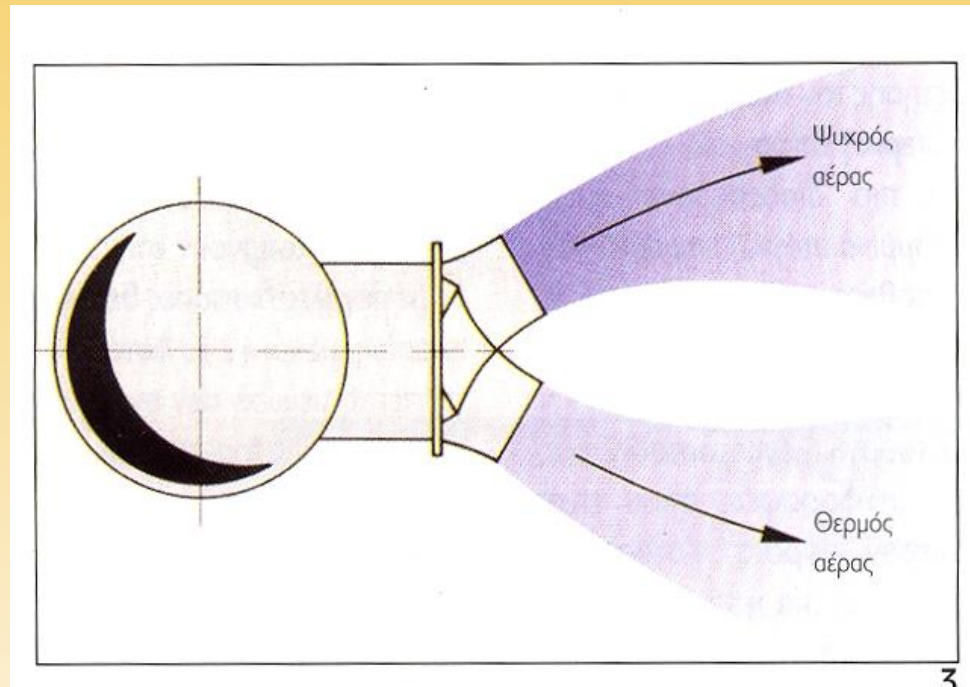
Ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας (Long range nozzles)



Ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας (Long range nozzles)

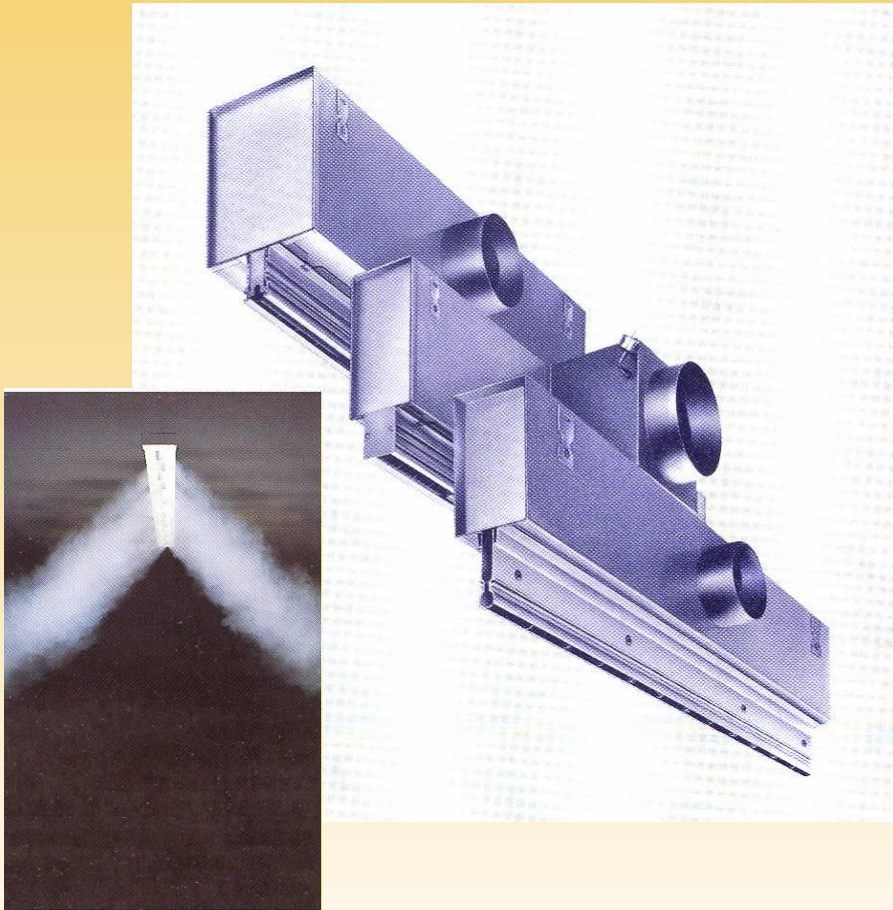


Ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας (Long range nozzles)



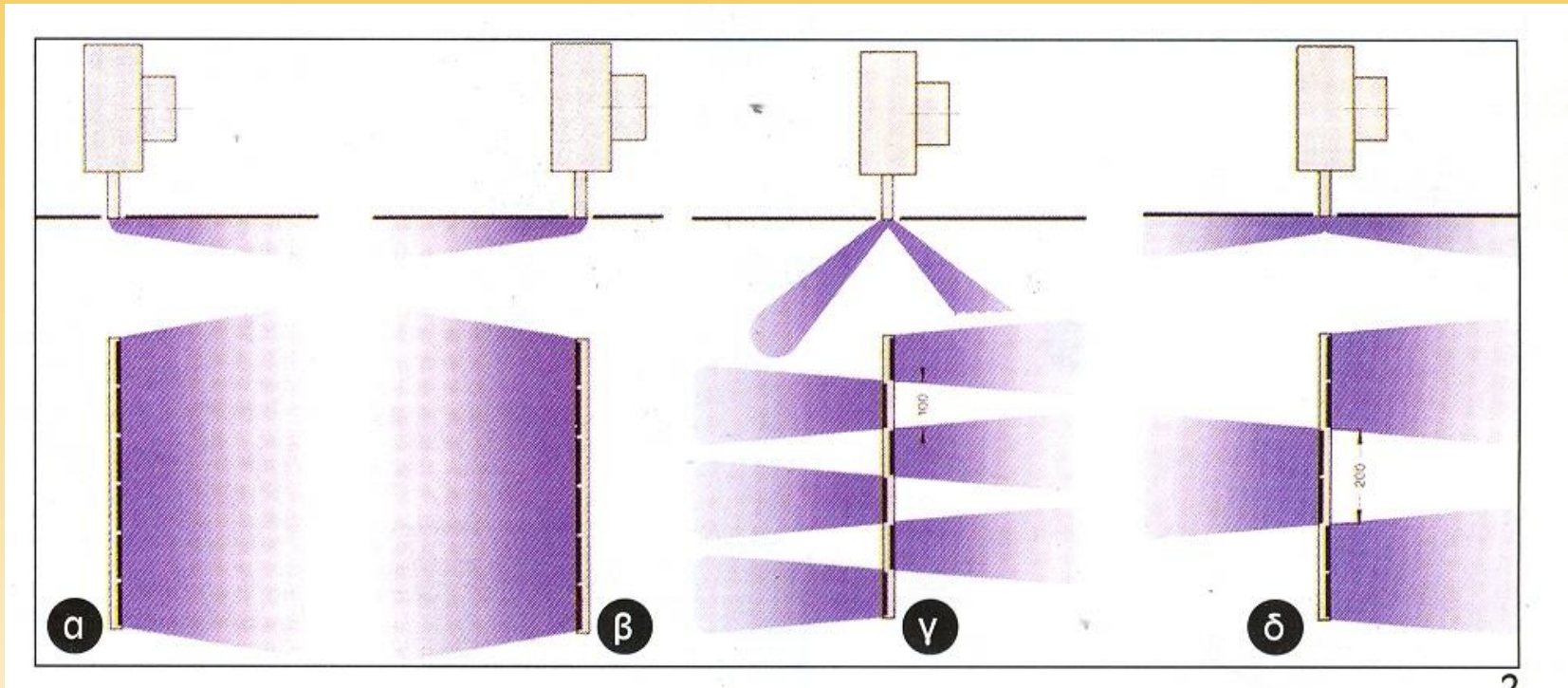
Κατευθύνσεις αέρα προσαγωγής με ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας
(θερινή-χειμερινή λειτουργία)

Γραμμικά στόμια οροφής (Linear slot diffusers)



- Κατασκευάζονται με μία ή περισσότερες σχισμές (συνήθως μέχρι 4) και είναι εφοδιασμένα με πτερύγια εκτροπής της ροής του αέρα.
- Έχουν μεγάλη ικανότητα διείσδυσης και εξασφαλίζουν γρήγορη πτώση της ταχύτητας του αέρα και εξίσωση των θερμοκρασιών αέρα προσαγωγής και χώρου.
- Στην ψύξη η δέσμη του αέρα κατευθύνεται οριζόντια, στη θέρμανση κατακόρυφα.

Γραμμικά στόμια οροφής



Τα **πτερύγια εκτροπής σε κάθε σχισμή ρυθμίζονται** σε τέτοιες θέσεις, ώστε ο αέρας προσαγωγής να μπορεί κατευθύνεται από οριζόντια προς τα δεξιά ή αριστερά, έως κατακόρυφα προς τα κάτω.

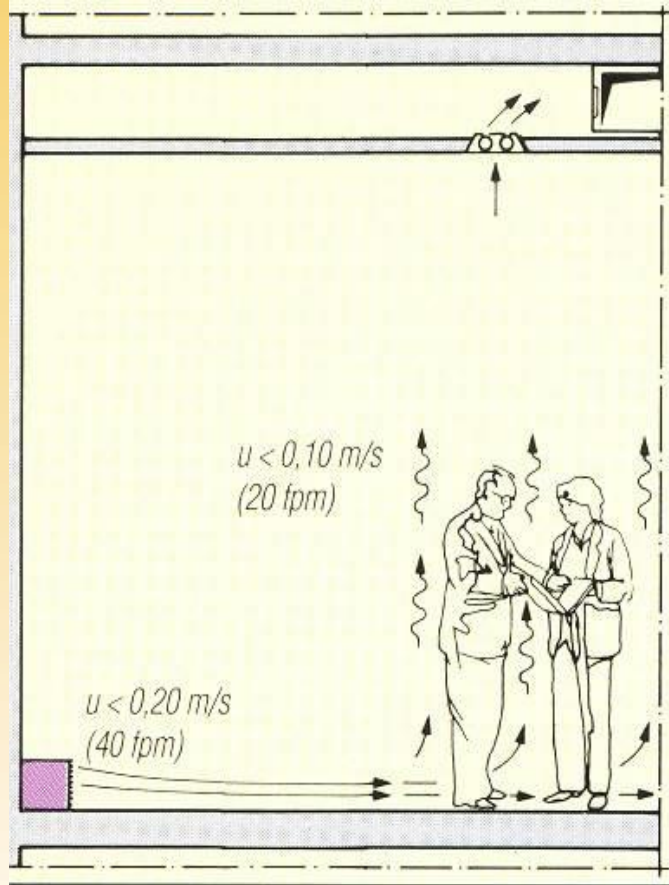
ΣΤΟΜΙΑ ΕΚΤΟΠΙΣΜΟΥ

β) Η δεύτερη κατηγορία στομίων διανομής του αέρα είναι τα **στόμια εκτοπισμού**.

Ο σκοπός των στομίων εκτοπισμού είναι η επίτευξη μιας ροής του αέρα **με όσο το δυνατόν μικρότερη διείσδυση**.

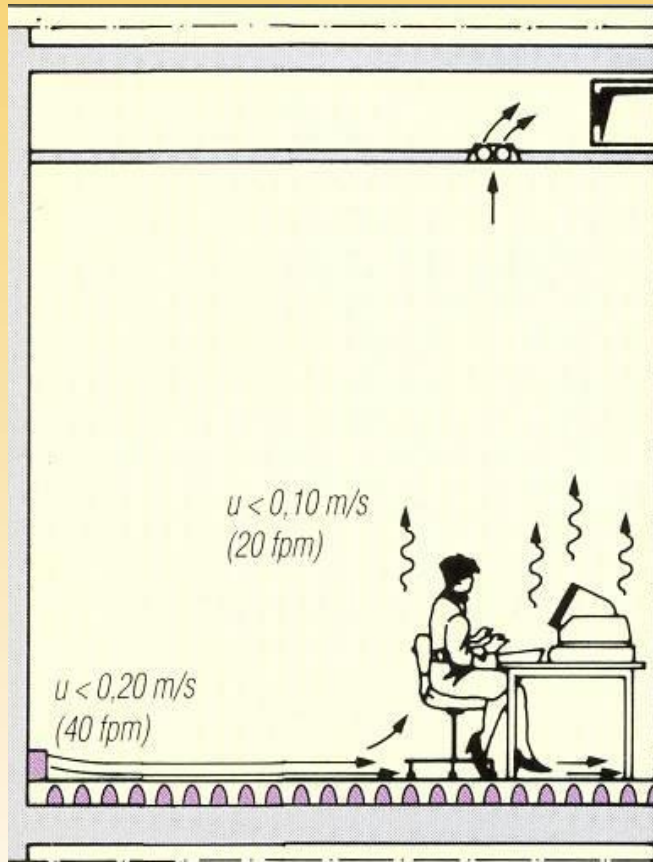
Προσάγουν τον αέρα με πολύ **χαμηλή ταχύτητα** ($\leq 0.5 \text{ m/s}$) και με **θερμοκρασία όχι πολύ μικρότερη από την επιθυμητή στο χώρο**.

Στόμια εκτοπισμού (displacement diffusers)



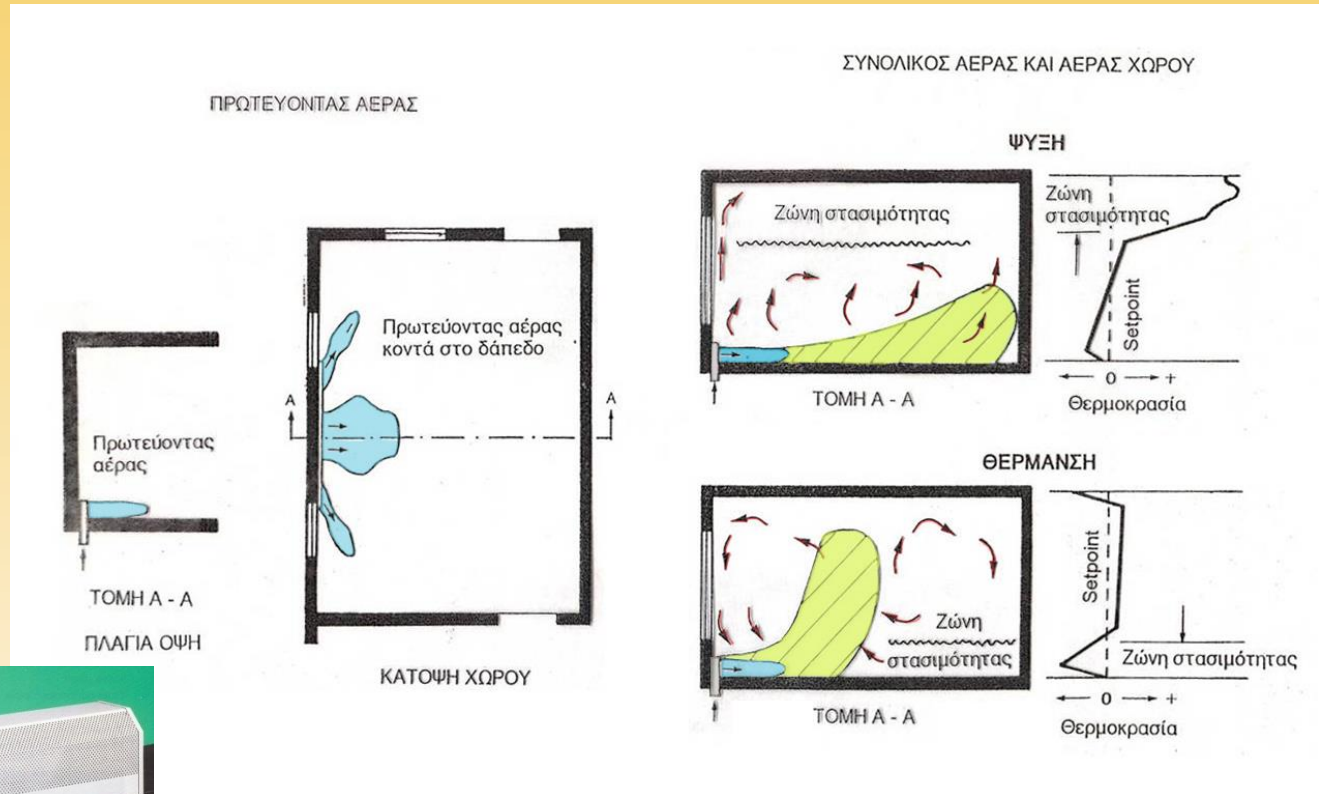
- Ο αέρας προσαγωγής διαχέεται στο επίπεδο του δαπέδου χωρίς να αναμιγνύεται με τον αέρα του χώρου και στη συνέχεια ανυψώνεται, καθώς θερμαίνεται από τις πηγές θερμότητας (άτομα, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, επιτραπέζια φωτιστικά) στη ζώνη παραμονής των ατόμων.

Στόμια εκτοπισμού (displacement diffusers)

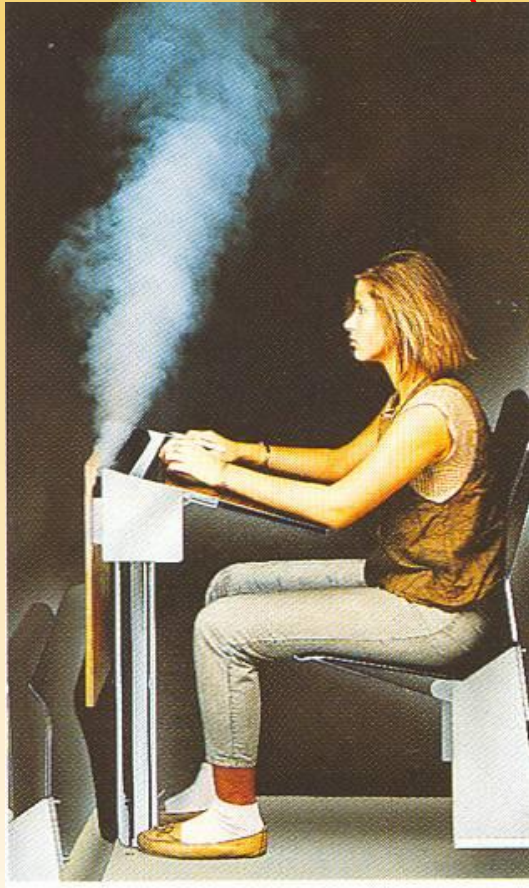


Η ροή αυτή του αέρα παρασύρει τη θερμότητα και τους ρύπους που δημιουργούνται στο κάτω μέρος του χώρου, και έτσι η ζώνη παραμονής δέχεται συνεχώς δροσερό και καθαρό αέρα.

Στόμια εκτοπισμού (displacement diffusers)



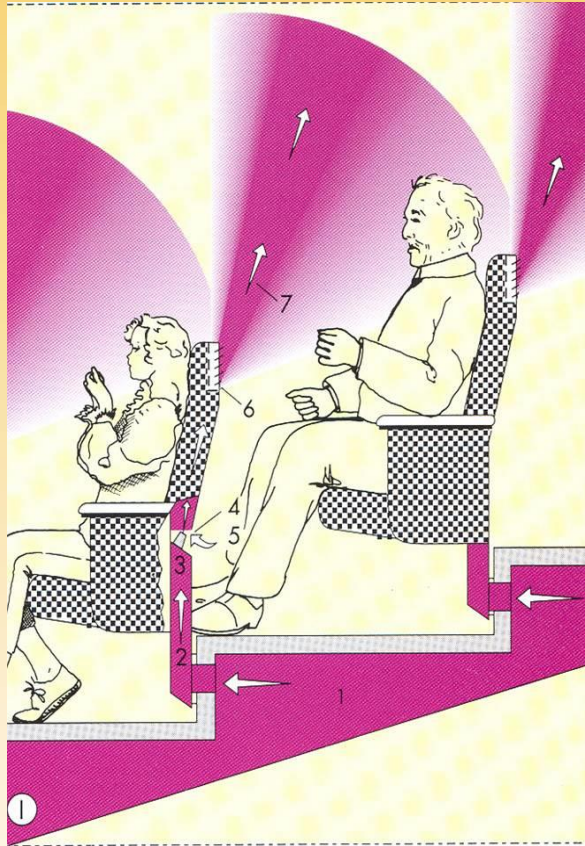
Στόμια τοπικού κλιματισμού (local diffusers)



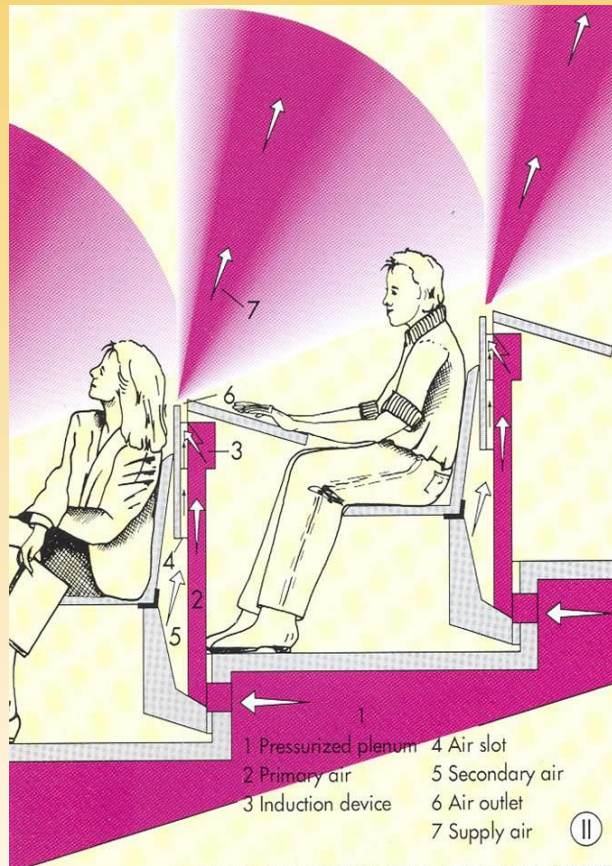
γ) Η τρίτη κατηγορία στομίων διανομής του αέρα είναι τα **στόμια τοπικού κλιματισμού**.

Τα στόμια τοπικού κλιματισμού εγκαθίστανται δίπλα στα άτομα. Τοποθετούνται στη βάση ή την πλάτη καθισμάτων σε θέατρα και αίθουσες συναυλιών και στα μπροστινά τμήματα αναλογίων σε αμφιθέατρα.

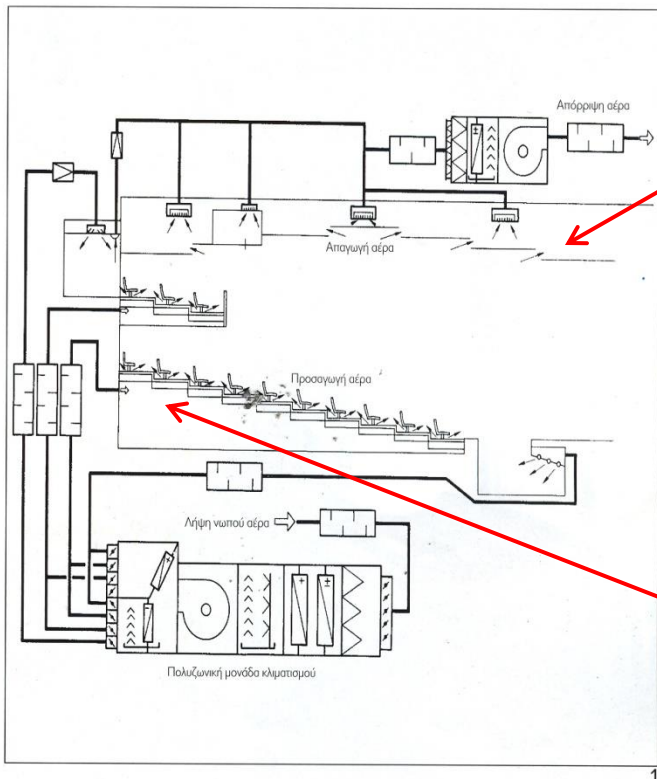
Στόμια τοπικού κλιματισμού (local diffusers)



Στόμια τοπικού κλιματισμού (local diffusers)

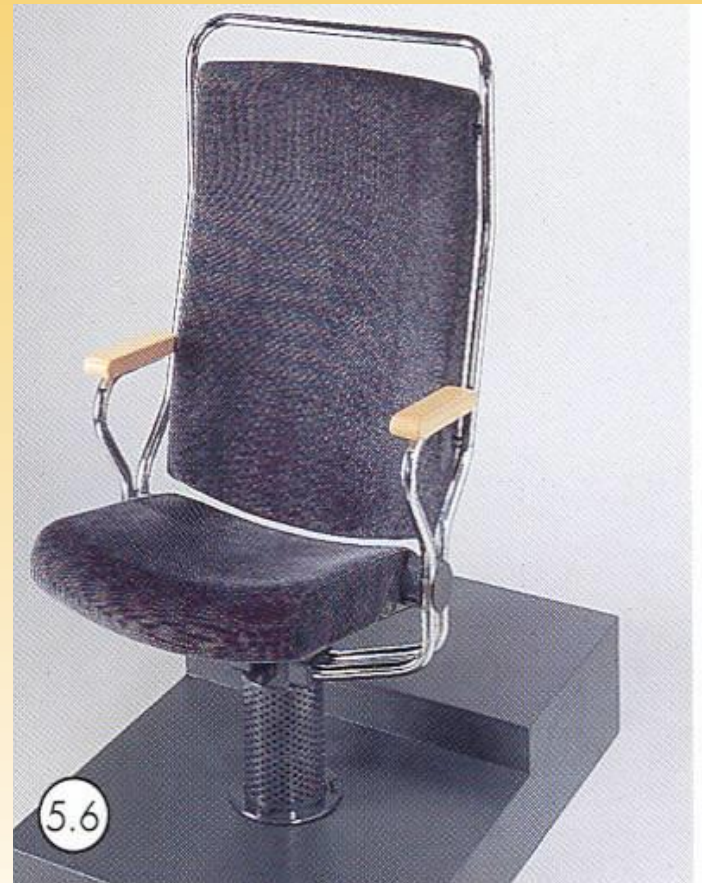
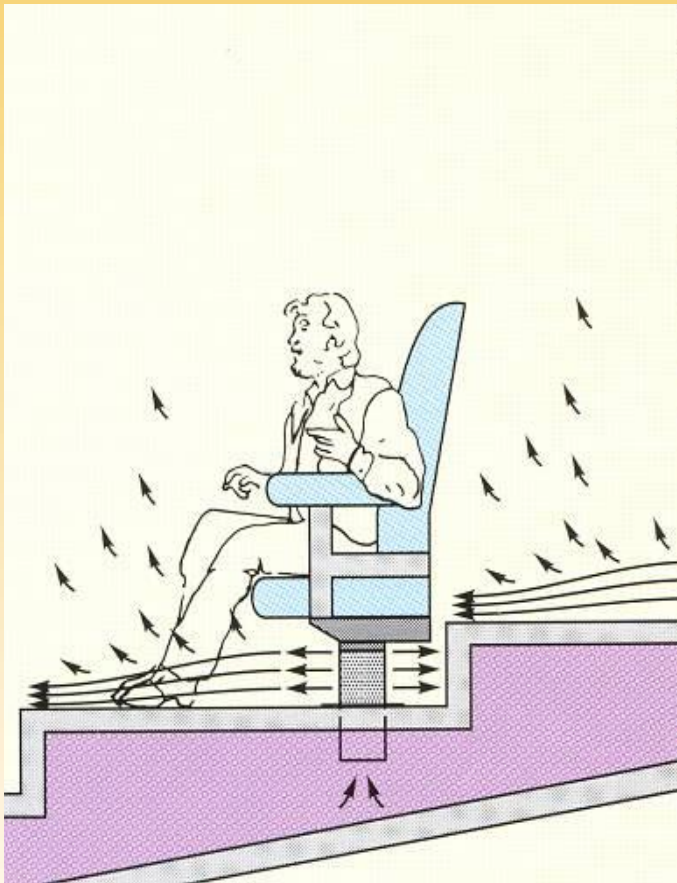


Στόμια τοπικού κλιματισμού (local diffusers)

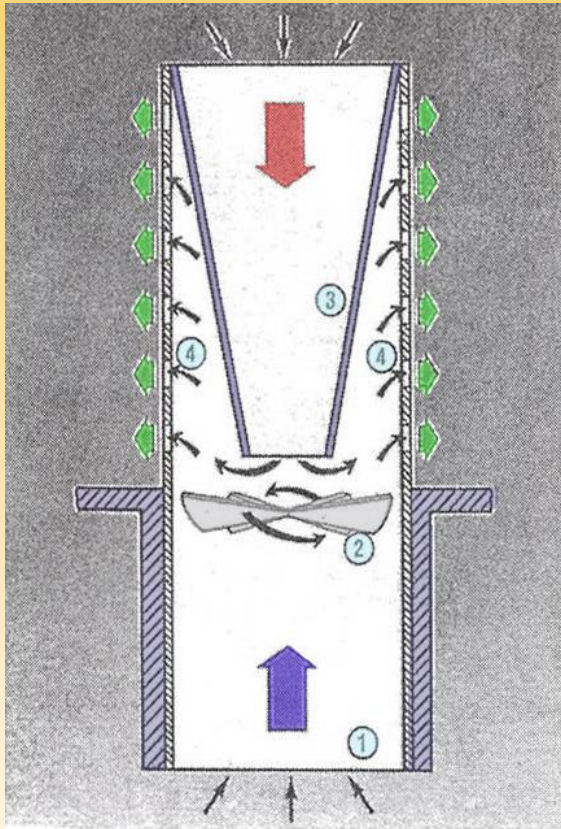


- Τα **στόμια επιστροφής του αέρα** τοποθετούνται **στην οροφή** και έτσι η επιστροφή του αέρα γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως και στα συστήματα εκτοπισμού, δηλαδή τα ανοδικά ρεύματα του αέρα παρασύρουν τη θερμότητα και τους ρύπους που δημιουργούνται στο κάτω μέρος.
- Η **θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής είναι συνήθως μεγαλύτερη από 18°C** (για ψύξη) και κοντά στη θερμοκρασία του χώρου.
- Η **τροφοδοσία του κλιματισμένου αέρα γίνεται συνήθως μέσα από κενό χώρο (plenum)** που δημιουργείται κάτω το δάπεδο του χώρου.

Στόμια τοπικού κλιματισμού (local diffusers)



Στόμια τοπικού κλιματισμού (local diffusers)



- 1) Πρωτεύων αέρας
- 2) Περσίδες (δίνουν ακτινική κίνηση στον αέρα)
- 3) Αέρας χώρου (αναρροφάται λόγω υποπίεσης)
- 4) Ανοίγματα αέρα (μίγμα πρωτεύοντα αέρα και αέρα χώρου)

Ευχαριστώ
για την
προσοχή σας



Βιβλιογραφία

- ASHRAE Handbook of Fundamentals
- Κ. Παπακώστας, Διανομή και διάχυση αέρα στο χώρο, Κτίριο, τεύχος 128, σελ. 51-58, 2000.
- Κ. Παπακώστας, Στόμια αέρα. Τύποι και εφαρμογές τους σε συστήματα κλιματισμού και αερισμού, Κτίριο, τεύχος 133, σελ. 27-34, 2001.

Ερωτήσεις?

dinpap@eng.auth.gr

