



ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ενότητα 10: Διαστασιολόγηση δικτύων αεραγωγών

Κωνσταντίνος Παπακώστας
Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Συστήματα κλιματισμού

Διαστασιολόγηση δικτύων αεραγωγών

Γενικές αρχές (1/2)

- Το δίκτυο αεραγωγών είναι το σύστημα μέσα από το οποίο μεταφέρεται ο αέρας από τους ανεμιστήρες των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων στους κλιματιζόμενους χώρους.
- Το δίκτυο αεραγωγών πρέπει να επιτρέπει τον αέρα να μεταφέρεται:
 - Με χαμηλό λειτουργικό κόστος.
 - Με χαμηλές απώλειες ή κέρδη θερμότητας.
 - Με ελάχιστη ενόχληση από θορύβους.



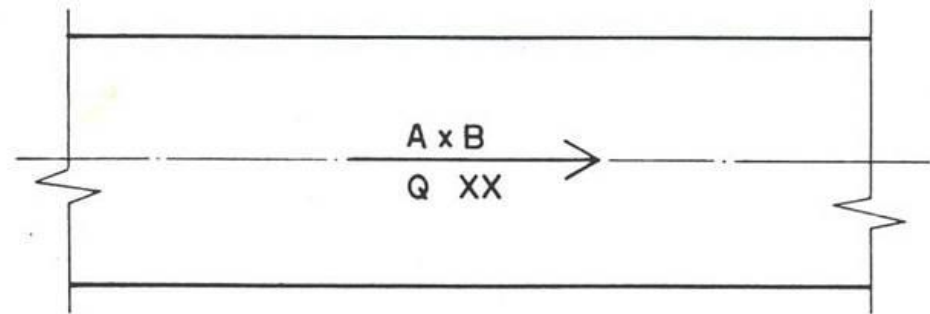
Γενικές αρχές (2/2)

- Επιπλέον κατά τον σχεδιασμό των δικτύων αεραγωγών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και :
- Η διαθεσιμότητα του χώρου, ώστε όσο το δυνατόν λιγότερος όγκος του κτιρίου να καταλαμβάνεται από αεραγωγούς.
 - Το αρχικό κόστος κατασκευής.
 - Οι κανόνες πυρασφάλειας.
 - Η αισθητική των κλιματιζόμενων χώρων κ.λ.π.



Σχεδίαση δικτύων αεραγωγών (1/3)

- Εικ.1: Στα σχέδια της μελέτης κλιματισμού πρέπει να αναφέρονται οι διαστάσεις των αεραγωγών, οι προβλεπόμενες παροχές και η κατεύθυνση του αέρα.

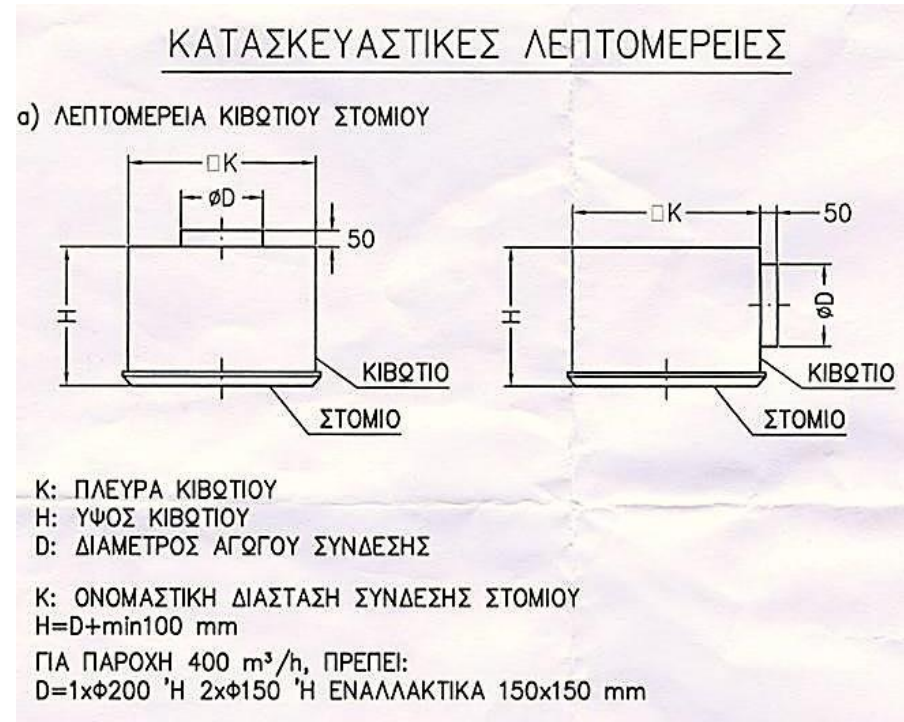


- A : Η διάσταση που φαίνεται στο σχέδιο
- B : Η άλλη διάσταση
- Q : Η παροχή του αέρα
- XX : Το είδος του αέρα, δηλ.
 - ΠΡ : Προσαγωγή
 - ΕΠ : Επιστροφή
 - ΝΑ : Νωπός Αέρας
 - ΑΠ : Απόρριψη



Σχεδίαση δικτύων αεραγωγών (3/3)

- Εικ.3: Όσον αφορά τα στόμια, στα σχέδια πρέπει να αναφέρονται οι διαστάσεις και ο τύπος του στομίου, η παροχή του αέρα και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες.



Υπόμνημα συμβόλων (1/2)

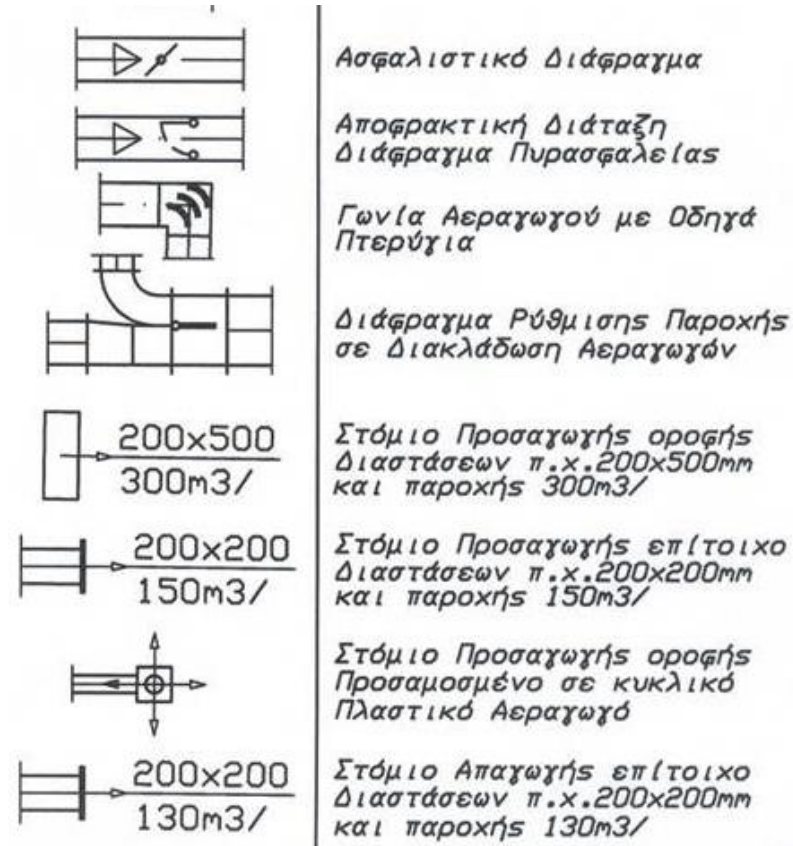
- Εικ.4: Στα σχέδια πρέπει να δίνεται και το κατάλληλο υπόμνημα συμβόλων.

ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ	
	Αεραγωγός
	Τομή Αεραγωγού
 250x250 900m ³ /	Αεραγωγός Διαστάσεων 250x250mm Παροχής 900m ³ /
	Θυρίδα Καθαρισμού
	Αποσβεστήρας Θορύβου
	Αρθρωτό Διάφραγμα Περισίδων
	Διάφραγμα Εξωτερικής Προστασίας
	Σχάρα Εξωτερικής Προστασίας



Υπόμνημα συμβόλων (2/2)

- Εικ.5: Συνέχεια υπομνήματος συμβόλων



Υλικά κατασκευής αγωγών

- Οι αεραγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα. Άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι το αλουμίνιο, το PVC, το υαλούφασμα κ.λ.π.
- Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται αεραγωγοί από γαλβανισμένη λαμαρίνα σε συνδυασμό με εύκαμπτους αεραγωγούς από αλουμίνιο.



Πάχος ελάσματος αεραγωγών (1/2)

- Οι διατομές των αεραγωγών είναι συνήθως κυκλικές (κυκλικοί αεραγωγοί) ή ορθογωνικές (ορθογωνικοί αεραγωγοί).
- Το πάχος ελάσματος των αεραγωγών εξαρτάται από τις διαστάσεις, την πίεση λειτουργίας και το είδος του διακινούμενου αερίου.
- Για αεραγωγούς χαμηλής πίεσης ($<500 \text{ Pa}$) και ατμοσφαιρικό αέρα, το ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος ελάσματος δίνεται στους πίνακες που ακολουθούν.



Πάχος ελάσματος αεραγωγών (2/2)

Εικ.6: Ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος ελάσματος

Π601 Στρογγυλοί Αεραγωγοί (όχι εύκαμπτοι)

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ (mm)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ (mm)
έως 250	0,60
από 260 έως 500	0,80
από 510 έως 990	0,90
από 1000 έως 1490	1,00
από 1500 έως 1990	1,10
από 2000 και άνω	1,25

Π602 Ορθογωνικοί Αεραγωγοί

ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ (mm)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΕΛΑΣΜΑΤΟΣ (mm)
έως 250	0,50
από 260 έως 500	0,60
από 510 έως 990	0,80
από 1000 έως 1490	0,90
από 1500 έως 1990	1,00
από 2000 έως 2490	1,10
από 2500 και άνω	1,25



Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αεραγωγών

Εικ.7: Πίνακας για δίκτυα χαμηλής ταχύτητας

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες δικτύων αεραγωγών χαμηλής ταχύτητας
(m/sec)

	Κύριοι κλάδοι		Δευτερεύοντες κλάδοι	
	Προσαγωγή	Επιστροφή	Προσαγωγή	Επιστροφή
Κατοικίες	5	4	3	3
Κλίνες Ξενοδοχείων	7,5	6,5	6	5,5
Κλίνες Νοσοκομείων	7,5	6,5	6	5,5
Γραφεία	8	7	7	6
Βιβλιοθήκες	8	7	7	6
Θέατρα	7,5	5,5	5	4
Αμφιθέατρα	7,5	5,5	5	4
Τράπεζες	9	9	8	7
Εστιατόρια	9	9	8	7
Καταστήματα	9	9	8	7
Βιομηχανικός Αερισμός	12	9	10	7,5



Μέθοδοι υπολογισμού αεραγωγών

- Ο υπολογισμός και η διαστασιολόγηση των αεραγωγών γίνεται με 3 βασικές μεθόδους:
 - ❑ Μέθοδος της σταθερής πτώσης πίεσης.
 - ❑ Μέθοδος της ανάκτησης στατικής πίεσης.
 - ❑ Μέθοδος της ίσης (ενιαίας) ταχύτητας.



Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (1/8)

- Με τη μέθοδο της σταθερής πτώσης πίεσης οι αεραγωγοί διαστασιολογούνται με σταθερή πτώση πίεσης ανά μέτρο μήκους αεραγωγού.
- Οι τιμές πτώσης πίεσης (απωλειών τριβής) συνήθως λαμβάνονται ίσες με :
 - 0.65 έως 0.8 Pa/m για δίκτυα χαμηλής ταχύτητας.
 - 0.8 Pa/m για δίκτυα υψηλής ταχύτητας.



Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (2/8)

Η μέθοδος συνίσταται στα παρακάτω βήματα:

1. Υπολογίζεται η επιθυμητή παροχή αέρα [l/s] από το αισθητό ψυκτικό φορτίο κάθε χώρου και τη διαφορά θερμοκρασίας χώρου – προσαγωγής αέρα.

$$(V_{sRS1})^s = \frac{(q_{SRL})^s}{\rho \times c_p \times (t_R - t_s)}, \text{ όπου:}$$

$$(V_{sRS1})^s = \text{Παροχή αέρα}$$

$$(q_{SRL})^s = \text{Αισθητό ψυκτικό φορτίο}$$



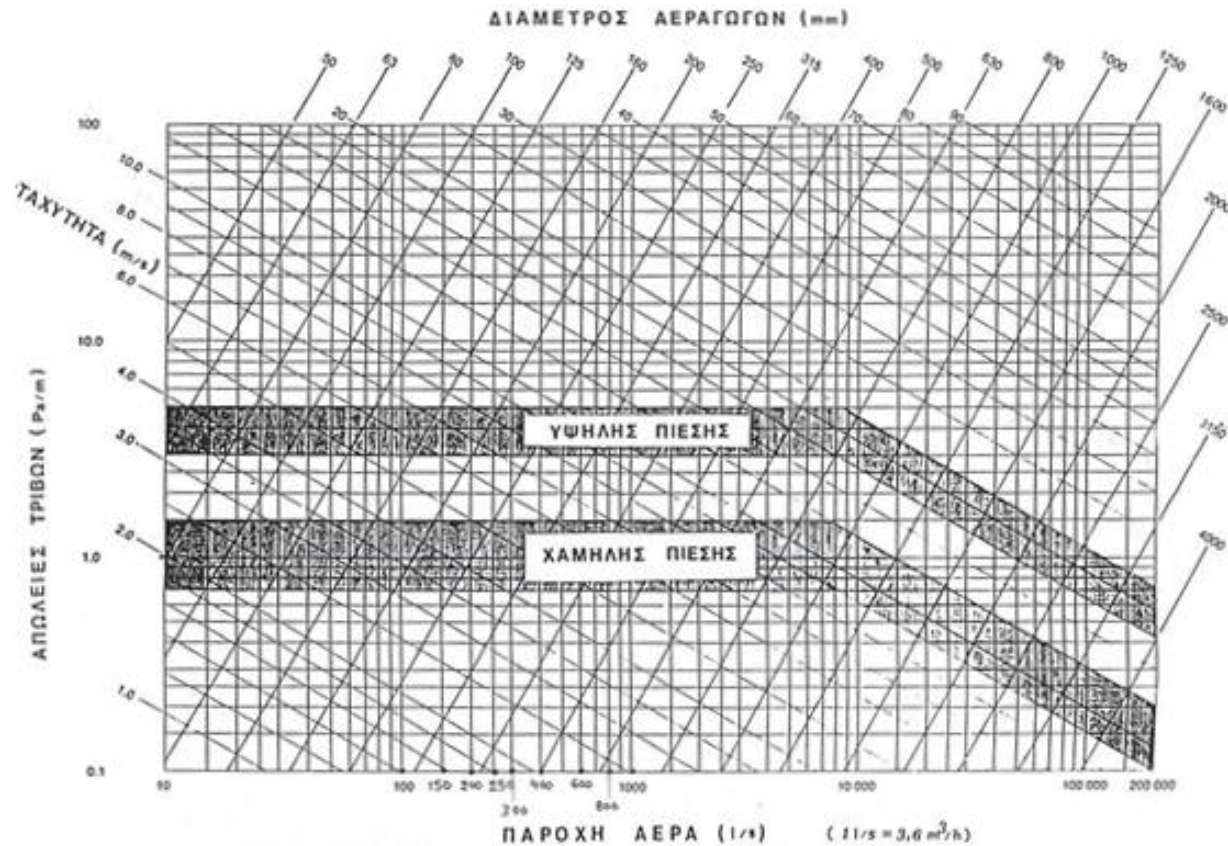
Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (3/8)

2. Σχεδιάζεται το δίκτυο αεραγωγών και από τις παροχές αέρα στους χώρους υπολογίζεται η απαραίτητη παροχή αέρα σε κάθε σημείο του δικτύου.
3. Επιλέγεται η πτώση πίεσης ανά m μήκους (π.χ. 0.8 Pa/m).
 - Από διάγραμμα απωλειών τριβής – παροχής βρίσκουμε την διάμετρο κυκλικού αεραγωγού για κάθε τμήμα του δικτύου (σύμφωνα με την παροχή του αέρα) και την ταχύτητα του αέρα που αντιστοιχεί.



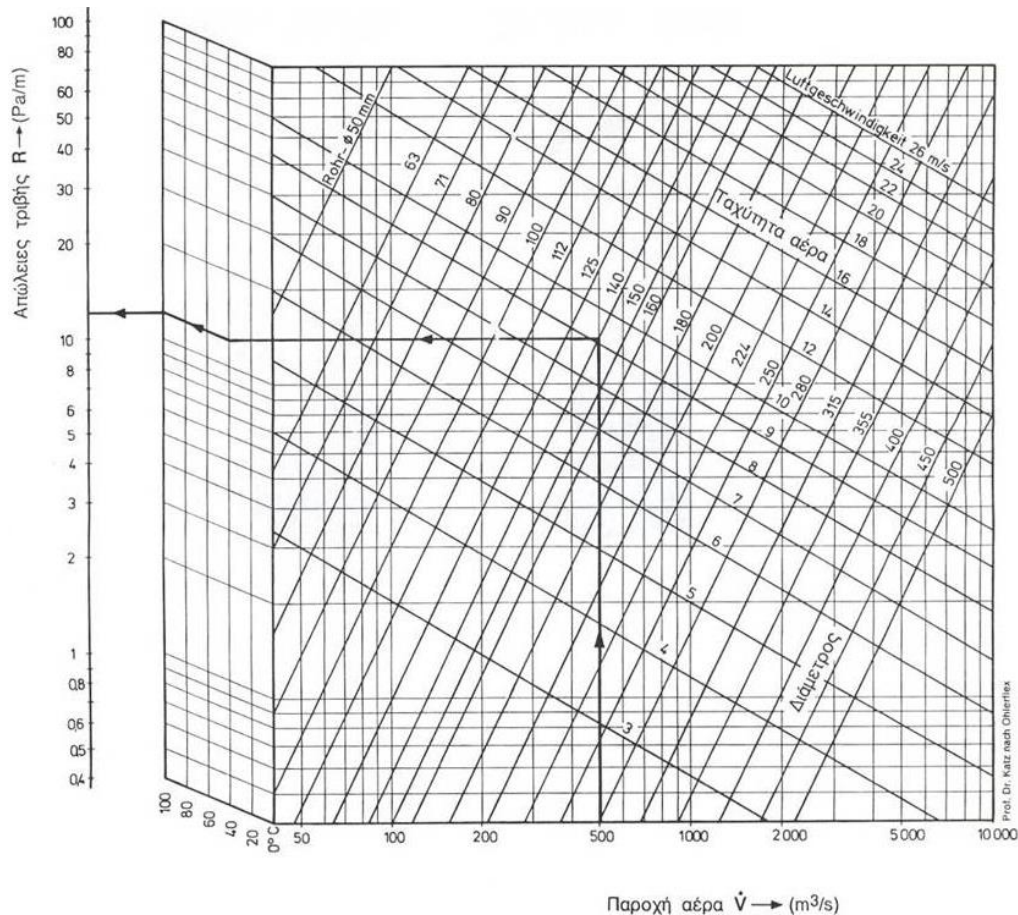
Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (4/8)

Εικ.8: Διάγραμμα απωλειών τριβής – παροχής αέρα (ASHRAE)



Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (5/8)

Εικ.9: Διάγραμμα υπολογισμού απωλειών τριβής σε εύκαμπτους αεραγωγούς



Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (6/8)

4. Από τις διαμέτρους των κυκλικών αεραγωγών βρίσκουμε τις αντίστοιχες διαστάσεις αεραγωγών με ισοδύναμη ορθογωνική διατομή, μέσω πινάκων ή διαγραμμάτων.

 - Ισοδύναμη ορθογωνική διατομή είναι η διατομή ενός αεραγωγού που έχει την ίδια παροχή [l/s ή m^3/s] και την ίδια ειδική πτώση πίεσης [Pa/m] με έναν κυκλικό διαμέτρου d^* [mm].



Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (7/8)

5. Υπολογίζουμε την ολική πτώση πίεσης στους κλάδους του δικτύου αεραγωγών και εντοπίζουμε τον κλάδο με την δυσμενέστερη πτώση πίεσης.
 6. Στους υπόλοιπους κλάδους επαναπροσδιορίζονται οι διαστάσεις των αεραγωγών (επομένως και οι ταχύτητες), ώστε όλοι οι κλάδοι να έχουν την ίδια ολική πτώση πίεσης.
- Κάθε κλάδος πρέπει να παρουσιάζει πτώση της ταχύτητας κατά τη διεύθυνση ροής.



Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης (8/8)

- Στην πραγματικότητα το βήμα 6 σπανίως πραγματοποιείται κατά το σχεδιασμό, αλλά προβλέπονται ρυθμιστικά διαφράγματα στους διάφορους κλάδους.
- Αυτά ρυθμίζονται μετά έναρξη λειτουργίας της εγκατάστασης, για την επίτευξη της βέλτιστης εξισορρόπησης (balancing) του δικτύου.



Μετατροπή κυκλικού αεραγωγού σε ισοδύναμο ορθογωνικής διατομής (1/2)

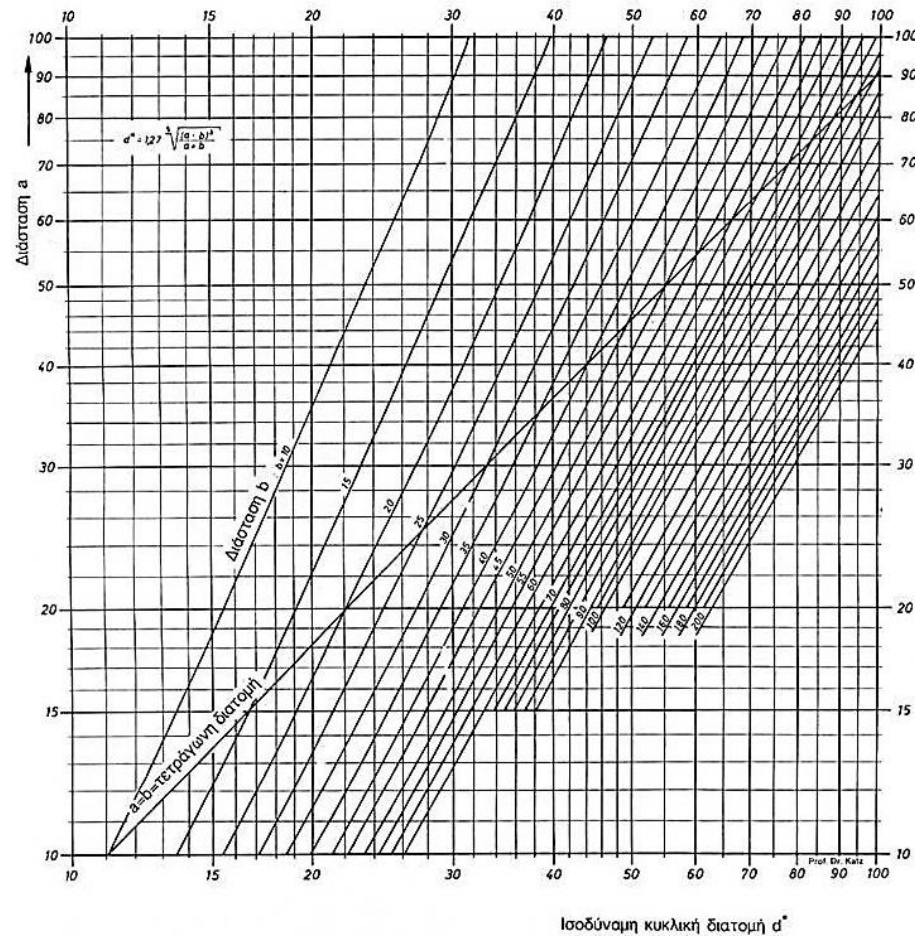
Εικ.10: Πίνακας μετατροπής διατάσεων σε αεραγωγούς

	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	
100	109																				
125	122	137																			
150	133	150	164																		
175	143	161	177	191																	
200		152	172	189	204	219															
225		161	181	200	216	232	246														
250		169	190	210	228	244	259	273													
275		176	199	220	238	256	272	287	301												
300		183	207	229	248	266	283	299	314	323											
350		195	222	245	267	286	305	322	339	354	383										
400		207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437									
450		217	247	274	299	321	343	363	382	400	433	464	492								
500		227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547							
550		236	269	299	325	352	375	398	419	439	477	511	543	573	601						
600		245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656					
650		253	289	321	351	378	404	429	452	474	515	553	589	622	653	683	711				
700		261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	573	610	644	677	708	737	765			
750		268	306	341	373	402	430	457	482	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820		
800		275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	
900		289	330	367	402	435	465	494	522	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	984
1000		301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1037
1100		313	358	399	437	473	506	538	569	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1022	1086
1200		324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1133
1300		334	382	426	468	506	543	577	610	642	701	757	808	857	904	948	990	1031	1069	1107	1177
1400		344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1220
1500		353	404	452	495	536	575	612	648	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1260
1600		362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298
1700		371	425	475	521	564	605	644	682	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1335
1800		379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371
1900		387	444	496	544	590	663	674	713	751	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1405
2000		395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1438
2100		402	461	516	566	614	659	702	743	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1470
2200		410	470	525	577	625	671	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501
2300		417	478	534	587	636	683	728	771	812	890	963	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1532
2400		424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1561
2500		430	494	552	606	658	706	753	797	840	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1589
2600		437	501	560	616	668	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617
2700		443	509	569	625	678	728	776	822	866	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1483	1538	1644
2800		450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670
2900		456	523	585	643	697	749	798	845	891	977	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1696



Μετατροπή κυκλικού αεραγωγού σε ισοδύναμο ορθογωνικής διατομής (2/2)

Εικ.11: Διάγραμμα μετατροπής διαστάσεων σε αεραγωγούς



Υπολογισμός πτώσης πίεσης

- Η συνολική πτώση πίεσης σε ένα κλάδο δικτύου αεραγωγών αποτελείται:
 - Από την πτώση πίεσης στα ευθέα τμήματα (απώλειες τριβών).
 - Από την πτώση πίεσης στα ειδικά τεμάχια (καμπύλες, διακλαδώσεις, διελεύσεις, διευρύνσεις, στενώσεις, διαφράγματα, συσκευές κ.λ.π.)



Πτώση πίεσης σε ευθείς αγωγούς (1/2)

- Δίδεται από τη σχέση:

- $\Delta p_R = R \times L$

Όπου,

$$R = \frac{\lambda \times \rho}{2 \times d} \times w^2$$

R = η ειδική απώλεια τριβής

λ = ο συντελεστής τριβής (συνάρτηση του αριθμού Re και της τραχύτητας του υλικού)

ρ = η πυκνότητα του αέρα [kg/m³]

w = η ταχύτητα του αέρα [m/s]

d = η διάμετρος του αγωγού [m]

L = το μήκος του κάθε τμήματος του αεραγωγού [m]



Πτώση πίεσης σε ευθείς αγωγούς (2/2)

- Για σωλήνες κυκλικής διατομής η ειδική απώλεια τριβής R δίνεται από διαγράμματα, σε συνάρτηση με την παροχή και την ταχύτητα του αέρα.
- Όταν αλλάζουμε διαστάσεις αεραγωγών και θέλουμε να διατηρήσουμε την ροή όγκου σταθερή και την ίδια πτώση πίεσης, τότε χρησιμοποιούμε τη ισοδύναμη διάμετρο d^* .

$$d^* = 1.27 \cdot \sqrt[5]{\frac{(a \times b)^3}{a + b}}$$

- Σε πίνακες και διαγράμματα δίνεται η μετατροπή κυκλικής διαμέτρου σε ισοδύναμη ορθογωνική διατομή.



Πτώση πίεσης σε ειδικά τεμάχια

- Δίδονται από τη σχέση:

- $$\Delta p_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \Sigma C \cdot w^2$$

Όπου:

ΣC = το άθροισμα των συντελεστών μορφής
κάθε τμήματος αεραγωγού (δίδονται σε πίνακες)

ρ = η πυκνότητα του αέρα [kg/m³]

w = η ταχύτητα του αέρα [m/s]



Συνολική πτώση πίεσης αεραγωγού

- Η συνολική πτώση πίεσης σε ένα κλάδο ενός δικτύου αεραγωγών δίνεται από τη σχέση:
- $\Delta p = \sum \Delta p_R + \sum \Delta p_T$
όπου:
 - $\sum \Delta p_R =$ η πτώση πίεσης στα ευθέα τμήματα του κλάδου
 - $\sum \Delta p_T =$ η πτώση πίεσης στα ειδικά τεμάχια του κλάδου





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Δεδομένα

Άσκηση

Δεδομένα άσκησης (1/3)

1. Να υπολογισθούν οι διαστάσεις του ορθογωνικού αεραγωγού προσαγωγής αέρα στα τμήματα 1, 2 και 6, με τη μέθοδο της ενιαίας πτώσης πίεσης ($R=1\text{Pa/m}$). Ύψος αεραγωγού στο κύριο κλάδο $H=250\text{mm}$. Ύψος αεραγωγού στους δευτερεύοντες κλάδους $H=150\text{mm}$.

 - Αισθητό φορτίο χώρων:

ΧΩΡΟΣ	A	B	Γ	Δ
Ψυκτικό φορτίο (w)	2640	1320	5280	3960



Δεδομένα άσκησης (2/3)

Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής: 15°C

Επιθυμητή θερμοκρασία χώρων: 26°C

Πυκνότητα αέρα $\rho=1.2\text{kg/m}^3$

2. Να υπολογισθεί η πτώση πίεσης του αέρα στο τμήμα 1- 2- 6- στόμιο Β.

Μήκος τμήματος 1: $L_1=20\text{m}$

Μήκος τμήματος 2: $L_2=6\text{m}$

Μήκος τμήματος 6: $L_6=3\text{m}$

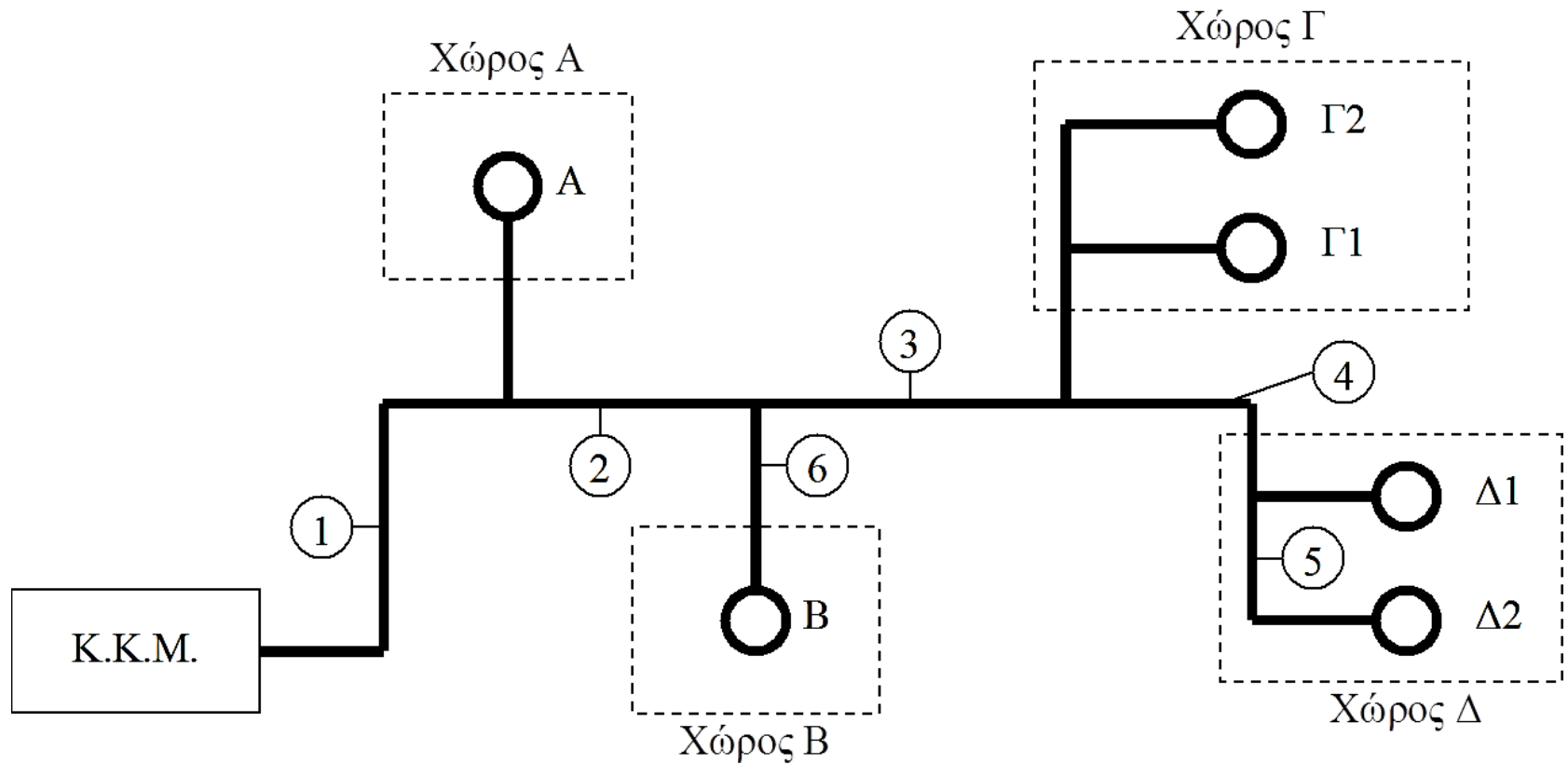
Καμπύλες 90° χωρίς οδηγητικά πτερύγια, $r/W=1$

Πτώση πίεσης στο στόμιο Β: $\Delta p=2.5\text{mmH}_2\text{O}$



Δεδομένα άσκησης (3/3)

Εικ.12: Το δίκτυο αεραγωγών





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Επίλυση

Άσκηση

Επίλυση άσκησης (1/13)

1. Υπολογισμός διατομών αεραγωγών

Θεώρηση: Η πτώση πίεσης ανά μέτρο μήκους αεραγωγού είναι σταθερή.

Παροχές αέρα στους χώρους σε [l/s]

- $$\dot{V} = \frac{\text{αισθητό ψυκτικό φορτίο [W]}}{\rho_{\text{αερα}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot c_{p\text{αερα}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \right] \cdot (t_{\text{χώρου}} - t_{\text{προσαγ}}) [K]}$$



Επίλυση άσκησης (2/13)

- Χώρος A:

$$\dot{V}_A = \frac{2640 [w]}{1.2 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \cdot 1 \left[\frac{kJ}{kgK} \right] \cdot (26-15) [K]} = 200 \left[\frac{l}{s} \right]$$

- Χώρος B:

$$\dot{V}_B = \frac{1320 [w]}{1.2 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \cdot 1 \left[\frac{kJ}{kgK} \right] \cdot (26-15) [K]} = 100 \left[\frac{l}{s} \right]$$



Επίλυση άσκησης (3/13)

- Χώρος Γ:

$$\dot{V}_\Gamma = \frac{5280 [w]}{1.2 \left[\frac{kg}{m^3}\right] \cdot 1 \left[\frac{kJ}{kgK}\right] \cdot (26-15)[K]} = 400 \left[\frac{l}{s}\right]$$

- Χώρος Β:

$$\dot{V}_\Delta = \frac{3960 [w]}{1.2 \left[\frac{kg}{m^3}\right] \cdot 1 \left[\frac{kJ}{kgK}\right] \cdot (26-15)[K]} = 300 \left[\frac{l}{s}\right]$$



Επίλυση άσκησης (4/13)

- Παροχές αέρα στα τμήματα του αεραγωγού:
- Τμήμα 5: $\dot{V}_5 = 150 \left[\frac{l}{s} \right]$
- Τμήμα 4: $\dot{V}_4 = 300 \left[\frac{l}{s} \right]$
- Τμήμα 3: $\dot{V}_3 = \dot{V}_\Gamma + \dot{V}_\Delta = 300 + 400 = 700 \left[\frac{l}{s} \right]$



Επίλυση άσκησης (5/13)

- Παροχές αέρα στα τμήματα του αεραγωγού:
- Τμήμα 2: $\dot{V}_2 = \dot{V}_\Gamma + \dot{V}_\Delta + \dot{V}_B = 300 + 400 + 100 = 800 \left[\frac{l}{s} \right]$
- Τμήμα 1: $\dot{V}_1 = \dot{V}_\Gamma + \dot{V}_\Delta + \dot{V}_B + \dot{V}_A = 300 + 400 + 100 + 200 = 1000 \left[\frac{l}{s} \right]$
- $\dot{V}_6 = \dot{V}_B = 100 \left[\frac{l}{s} \right]$



Επίλυση άσκησης (6/13)

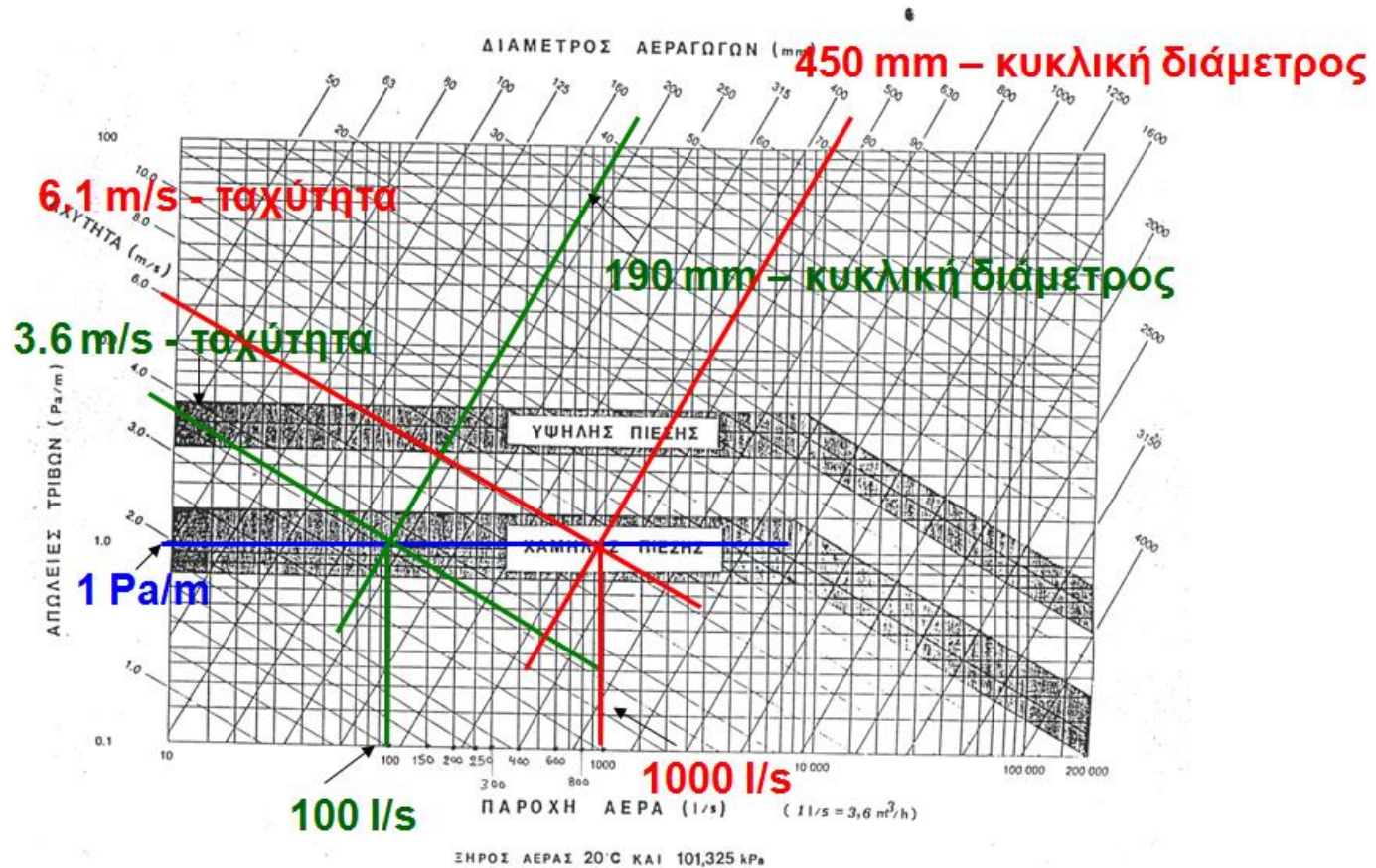
- Υπολογισμός διατομών (από το διάγραμμα υπολογισμού κυκλικής διατομής αεραγωγών):

Τμήμα 1	$\dot{V}_1 = 1000[l/s]$
	$d_1 = 450[mm] \rightarrow a_1 = 250[mm], b_1 = 750[mm]$
	$w_1 = 6.1[m/s]$
Τμήμα 2	$\dot{V}_2 = 800[l/s]$
	$d_2 = 420[mm] \rightarrow a_2 = 250[mm], b_2 = 600[mm]$
	$w_2 = 5.8[m/s]$
Τμήμα 6	$\dot{V}_6 = 100[l/s]$
	$d_6 = 190[mm] \rightarrow a_6 = 150[mm], b_6 = 200[mm]$
	$w_6 = 3.6[m/s]$



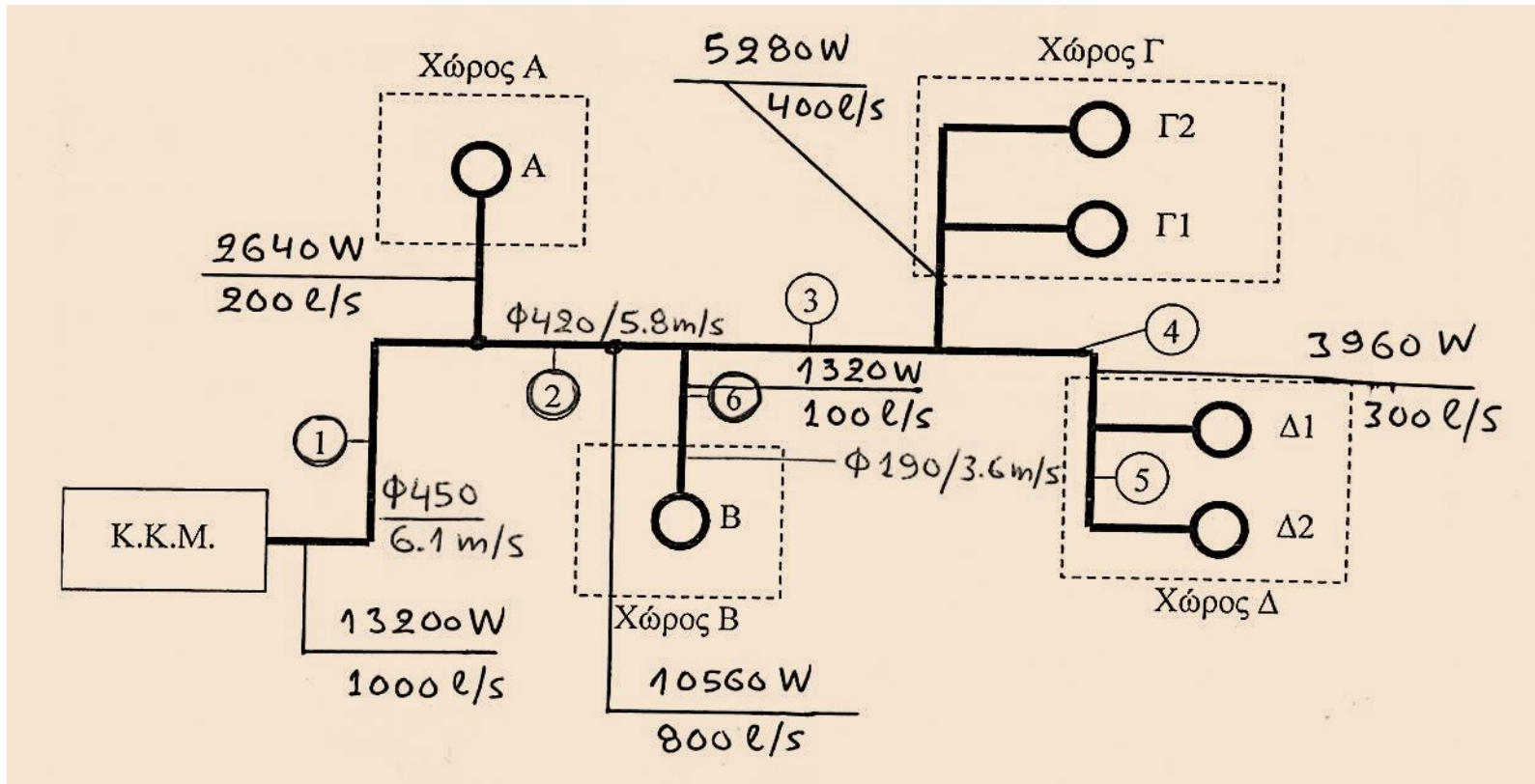
Επίλυση άσκησης (7/13)

Εικ.13: Επιλογή διαστάσεων στο διάγραμμα απωλειών τριβής- παροχής



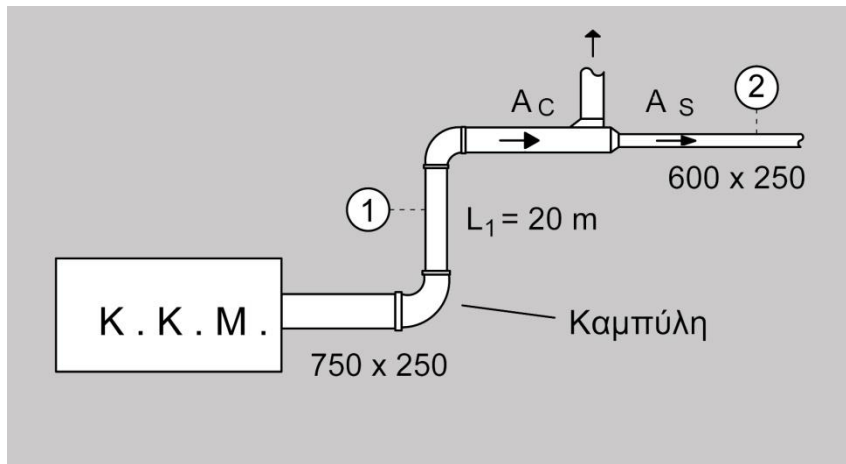
Επίλυση άσκησης (8/13)

Εικ.14: Διαστασιολόγηση δικτύου αεραγωγών



Επίλυση άσκησης (9/13)

Εικ.15: Πτώση πίεσης στο τμήμα 1



2. Υπολογισμός πτώσης πίεσης

- Δίοδος: $\frac{A_S}{A_C} = \frac{250 \cdot 600}{250 \cdot 750} = 0.8$
- $\frac{Q_S}{Q_C} = \frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_1} = \frac{800}{1000} = 0.8 \Rightarrow C_S = 0.04$
- Καμπύλη: $\frac{H}{W} = \frac{250}{750} = 0.33$
- $\frac{r}{W} = 1 \Rightarrow C_p = 0.26$
- $\Delta p_1 = L_1 \cdot R + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w_1^2 \cdot (2 \times c_p + c_s) = 20 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 1.2 \cdot (6.1)^2 \cdot (2 \cdot 0.26 +$



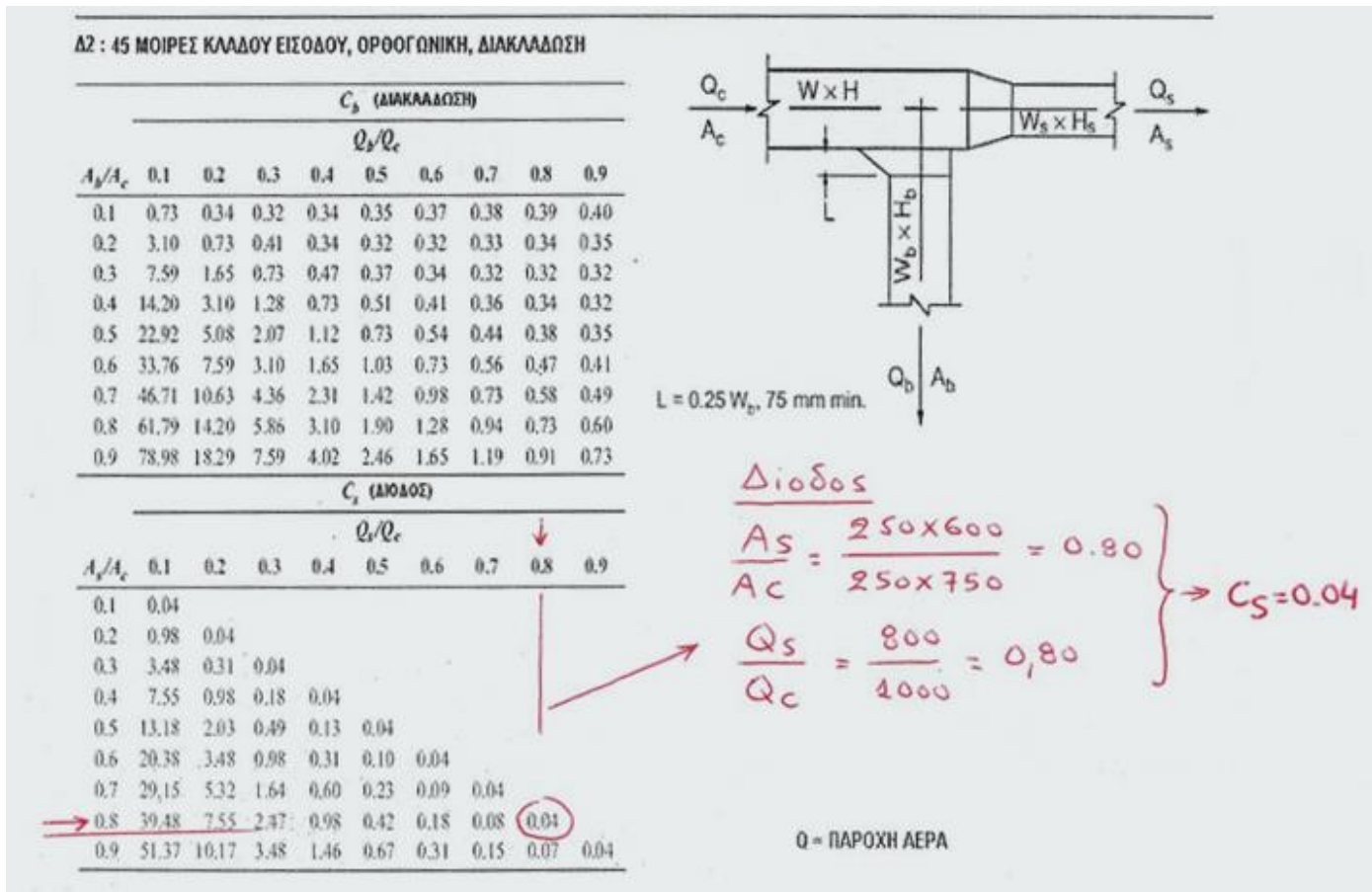
Επίλυση άσκησης (10/13)

Εικ.16: Συντελεστές τοπικών απωλειών σε καμπύλη (η παροχή συμβολίζεται με V στην επίλυση).



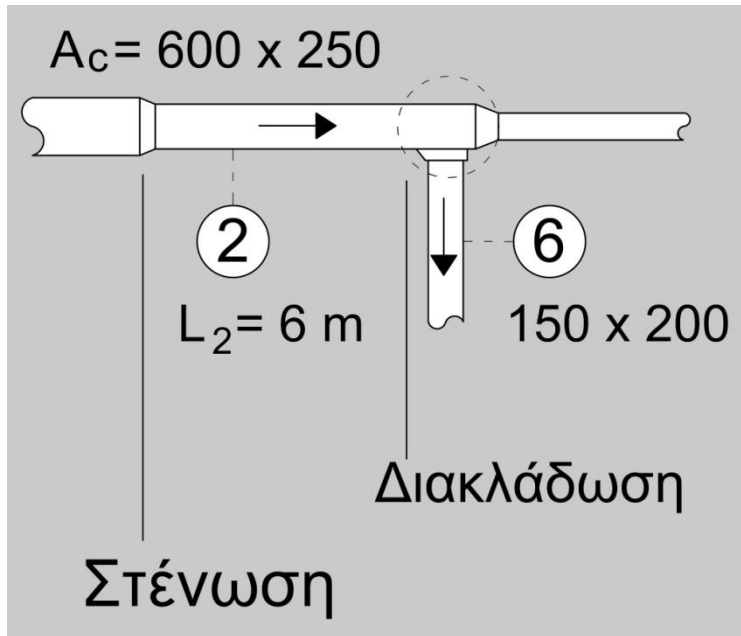
Επίλυση άσκησης (11/13)

Εικ.17: Συντελεστές τοπικών απωλειών σε διακλάδωση



Επίλυση άσκησης (12/13)

Εικ.18: Πτώση πίεσης στο τμήμα 2



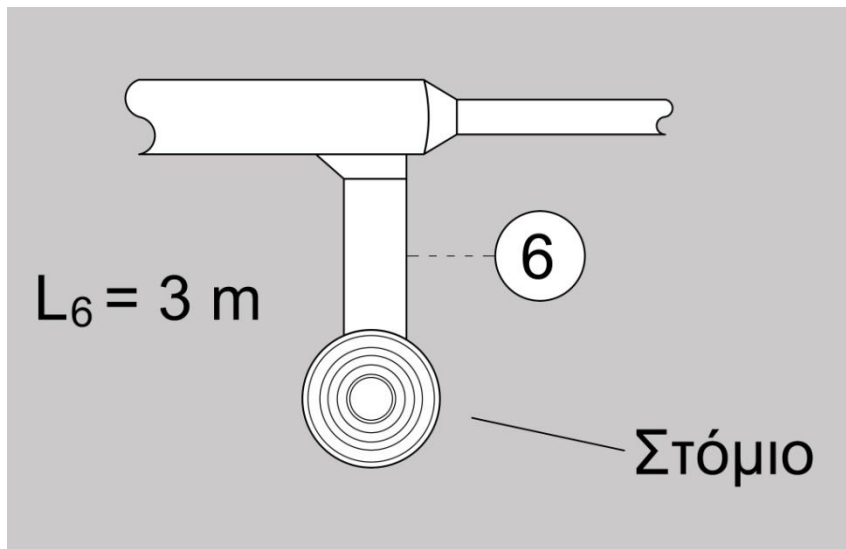
2. Υπολογισμός πτώσης πίεσης

- Διακλάδωση: $\frac{A_b}{A_c} = \frac{150 \cdot 200}{250 \cdot 600} = 0.2$
- $\frac{Q_b}{Q_c} = \frac{100}{800} = 0.125 \Rightarrow C_b = 2.5$
- Στένωση: $\frac{A_s}{A_c} = 0.8 \Rightarrow c = 1.0$
- $\Delta p_2 = L_2 \cdot R + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w_2^2 \cdot (c + c_b) = 6 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 1.2 \cdot (5.8)^2 \cdot 3.5 = 70.65 [Pa]$



Επίλυση άσκησης (13/13)

Εικ.19: Πτώση πίεσης στο τμήμα 6



2. Υπολογισμός πτώσης πίεσης

- Στόμιο: $\Delta p_6 = 2.5 \text{ mmH}_2\text{O} = 25 [\text{Pa}]$
- $\Delta p_{ολ} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_6 = 32.5 + 70.65 + 25 = 128.15 [\text{Pa}]$



Ενδεικτικές απώλειες στατικής πίεσης σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (1/3)

Πίνακας 1: Ενδεικτική πτώση πίεσης ανά συσκευή

Για την εκτίμηση της απαραίτητης εσωτερικής στατικής πίεσης των ανεμιστήρων κάθε κεντρικής κλιματιστικής μονάδας γίνονται οι εξής παραδοχές απωλειών στατικής πίεσης:

- Αναρρόφηση μέσω πολύφυλλου διαφράγματος	: 20 Pa
- Προφίλτρο αέρα	: 30 Pa
- Κιβώτιο μίξης	: 50 Pa
- Εναλλάκτης αέρα - αέρα	: 150 Pa (και στα δύο ρεύματα)
- Προθερμαντικό στοιχείο	: 50 Pa
- Θερμαντικό στοιχείο	: 100 Pa
- Ψυκτικό στοιχείο	: 200 Pa
- Μεταθερμαντικό στοιχείο	: 50 Pa
- Αυλοί υγραντήρα και σταγονοσυλλέκτης	: 20 Pa
- Σακκόφιλτρο	: 250 Pa
- Απόρριψη	: 40 Pa
- Πολύφυλλο διάφραγμα	: 10 Pa
- Σύνδεση μονάδας με κεντρικό αγωγό προσαγωγής ή επιστροφής	: 10 Pa
- Ηχοαπορροφητής	: 120 Pa
- Επιπλέον πτώση πίεσης στη μονάδα	: 20 - 30 Pa

Συνήθως η στατική πτώση πίεσης της Κ.Κ.Μ. χρεώνεται εν μέρει στον ανεμιστήρα προσαγωγής και εν μέρει στον ανεμιστήρα προσαγωγής.



Ενδεικτικές απώλειες στατικής πίεσης σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (2/3)

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

- Αναρρόφηση μέσω πολύφυλλου διαφράγματος	: 20 Pa
- Προφίλτρο αέρα	: 30 Pa
- Εναλλάκτης αέρα - αέρα	: 150 Pa
- Προθερμαντικό στοιχείο (εάν υπάρχει)	: 50 Pa
- Θερμαντικό στοιχείο	: 100 Pa
- Ψυκτικό στοιχείο	: 200 Pa
- Μεταθερμαντικό στοιχείο (εάν υπάρχει)	: 50 Pa

- Υγραντήρας και σταγονοσυλλέκτης	: 20 Pa
- Σακκόφιλτρο	: 250 Pa
- Σύνδεση μονάδας με κεντρικό αγωγό προσαγωγής	: 10 Pa
- Ηχοαπορροφητής (εάν υπάρχει)	: 120 Pa
- Επιπλέον πτώση πίεσης στη μονάδα	: 10- 15 Pa

Εάν υπάρχει κοινό θερμαντικό-ψυκτικό στοιχείο λαμβάνεται υπόψη μόνο η πτώση πίεσης στο ψυκτικό στοιχείο.

Στον ανεμιστήρα προσαγωγής πρέπει να προστεθεί η στατική πτώση πίεσης στο δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής και η πτώση πίεσης στον αεραγωγό λήψης νωπού εξωτερικού αέρα.

Πίνακας 2: Απώλειες στατικής πίεσης που χρεώνονται τον ανεμιστήρα προσαγωγής



Ενδεικτικές απώλειες στατικής πίεσης σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (3/3)

Πίνακας 2: Απώλειες στατικής πίεσης που χρεώνονται στον ανεμιστήρα επιστροφής

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

- Ηχοαπορροφητής (εάν υπάρχει)	: 120 Pa
- Σύνδεση μονάδας με κεντρικό αγωγό επιστροφής	: 10 Pa
- Πολύφυλλο διάφραγμα	: 10 Pa
- Προφίλτρο αέρα	: 30 Pa
- Εναλλάκτης αέρα - αέρα	: 150 Pa
- Κιβώτιο μίξης	: 50 Pa
- Απόρριψη	: 40 Pa
- Επιπλέον πτώση πίεσης στη μονάδα	: 10 - 15 Pa

Στον ανεμιστήρα επιστροφής πρέπει να προστεθεί η στατική πτώση πίεσης στο δίκτυο αεραγωγών επιστροφής και η πτώση πίεσης στον αεραγωγό απόρριψης αέρα.

Εάν αντί του εναλλάκτη ανάκτησης αέρα-αέρα υπάρχει εναλλάκτης ανάκτησης αέρα-νερού τότε:

- Εναλλάκτης αέρα - νερού	: 100 Pa (και στα δύο ρεύματα)
---------------------------	--------------------------------



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 1: ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Κλιματισμός κτηριακών χώρων, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΤΕΕ, Αθήνα 1987
- Εικόνες 2, 3, 4, 5: Σχεδιάστηκαν από τον διδάσκοντα
- Εικόνες 6, 7: ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Κλιματισμός κτηριακών χώρων, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΤΕΕ, Αθήνα 1987
- Εικόνες 8, 10: ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals, ASHRAE Atlanta, USA
- Εικόνες 9, 11: Lehrbuch der Klimatechnik, Band 2 , 2. Auflage, Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, 1979



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

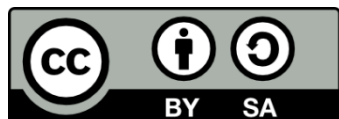
- Εικόνες 12, 13, 14, 15: Σχεδιάστηκαν από τον διδάσκοντα
- Εικόνες 16, 17: ASHRAE Handbook 1997 Fundamentals, ASHRAE Atlanta, USA
- Εικόνες 18, 19: Σχεδιάστηκε από τον διδάσκοντα





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Χριστόφορος Μωραΐτης
Θεσσαλονίκη, 30/07/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ