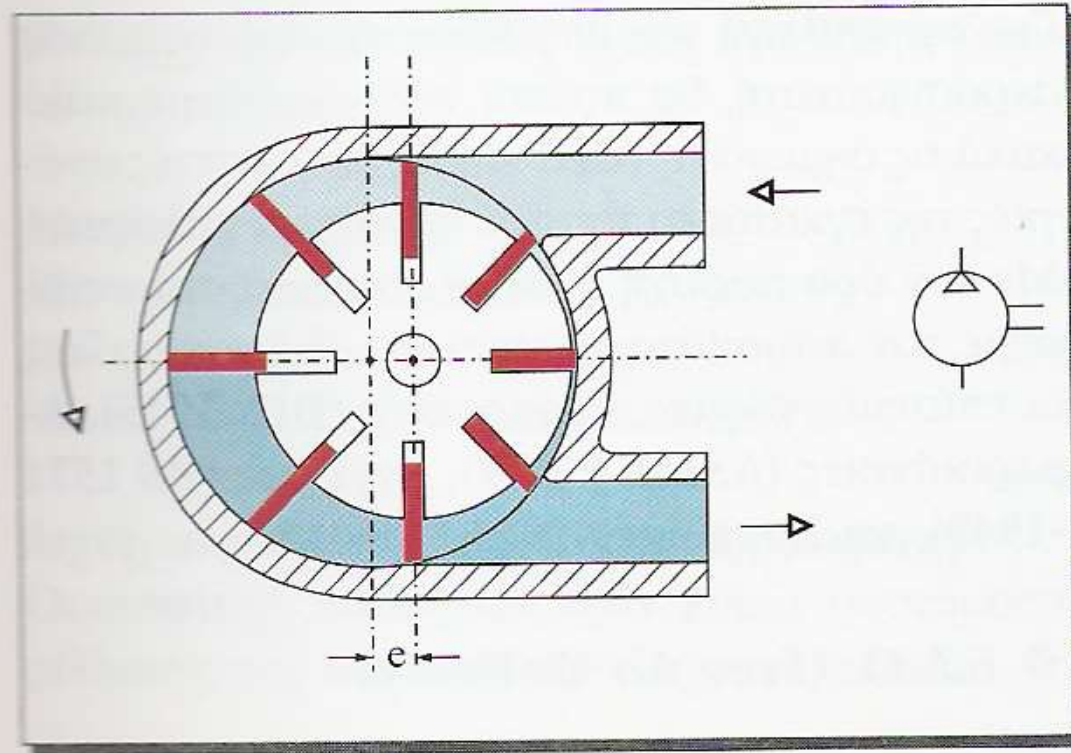
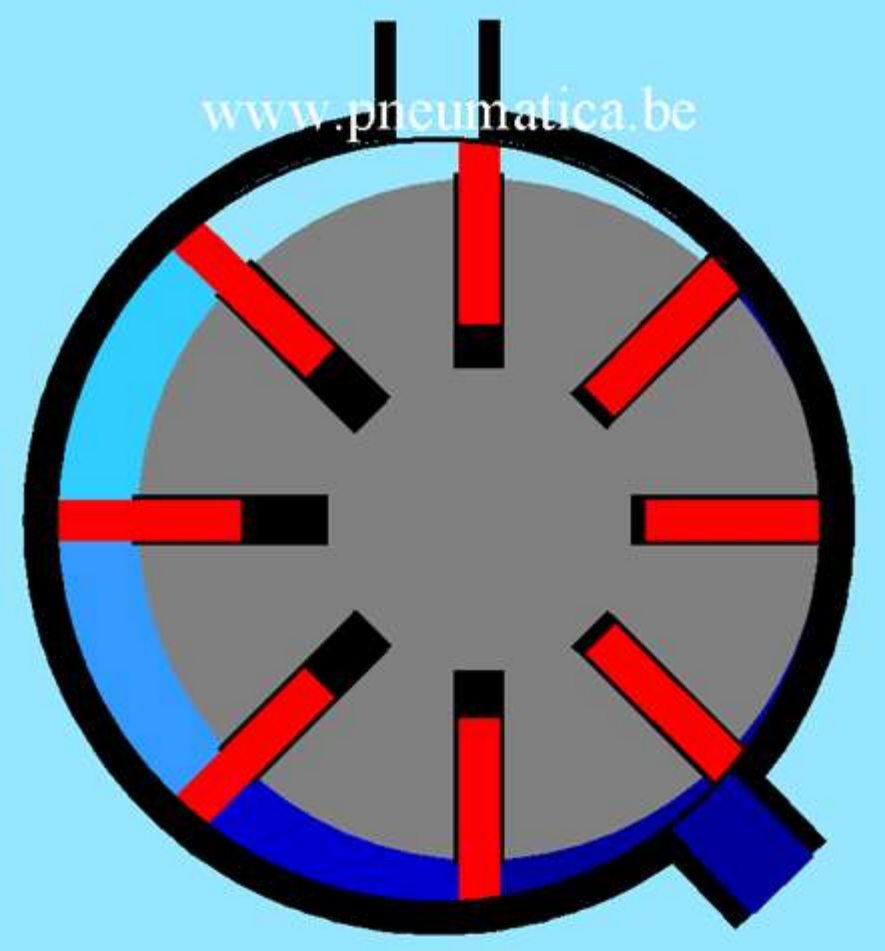


Πτερυγιοφόρος αεροσυμπιεστής

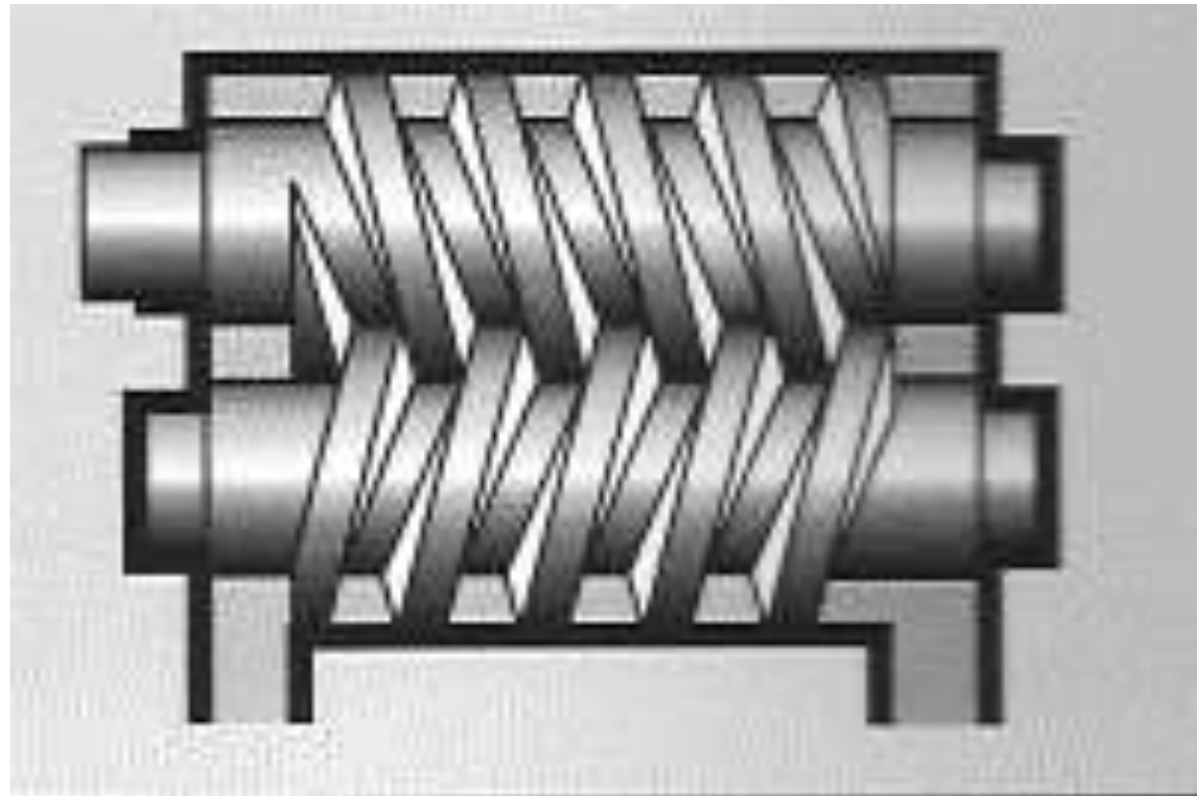


www.pneumatica.be



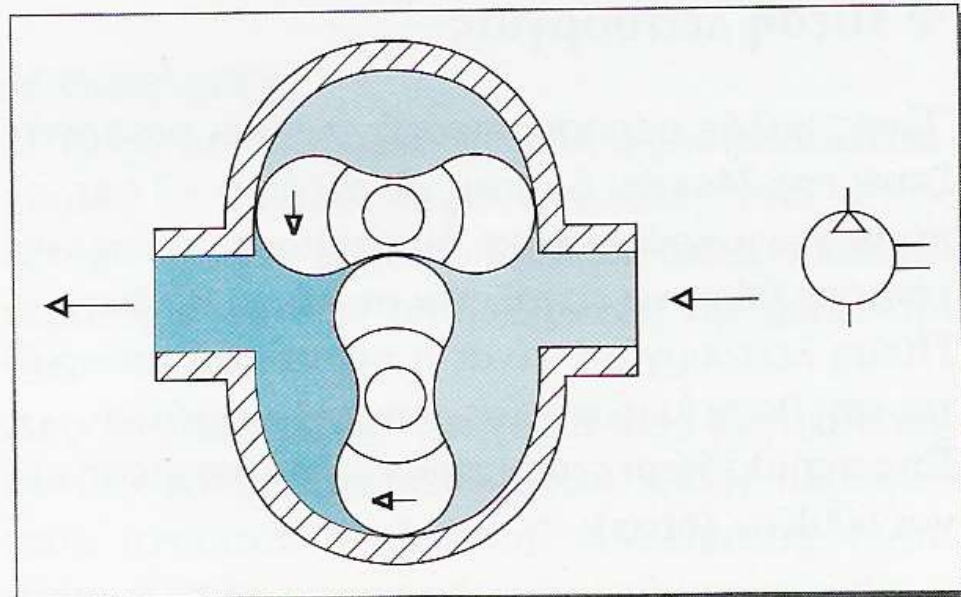
Κοχλιοφόρος αεροσυμπιεστής

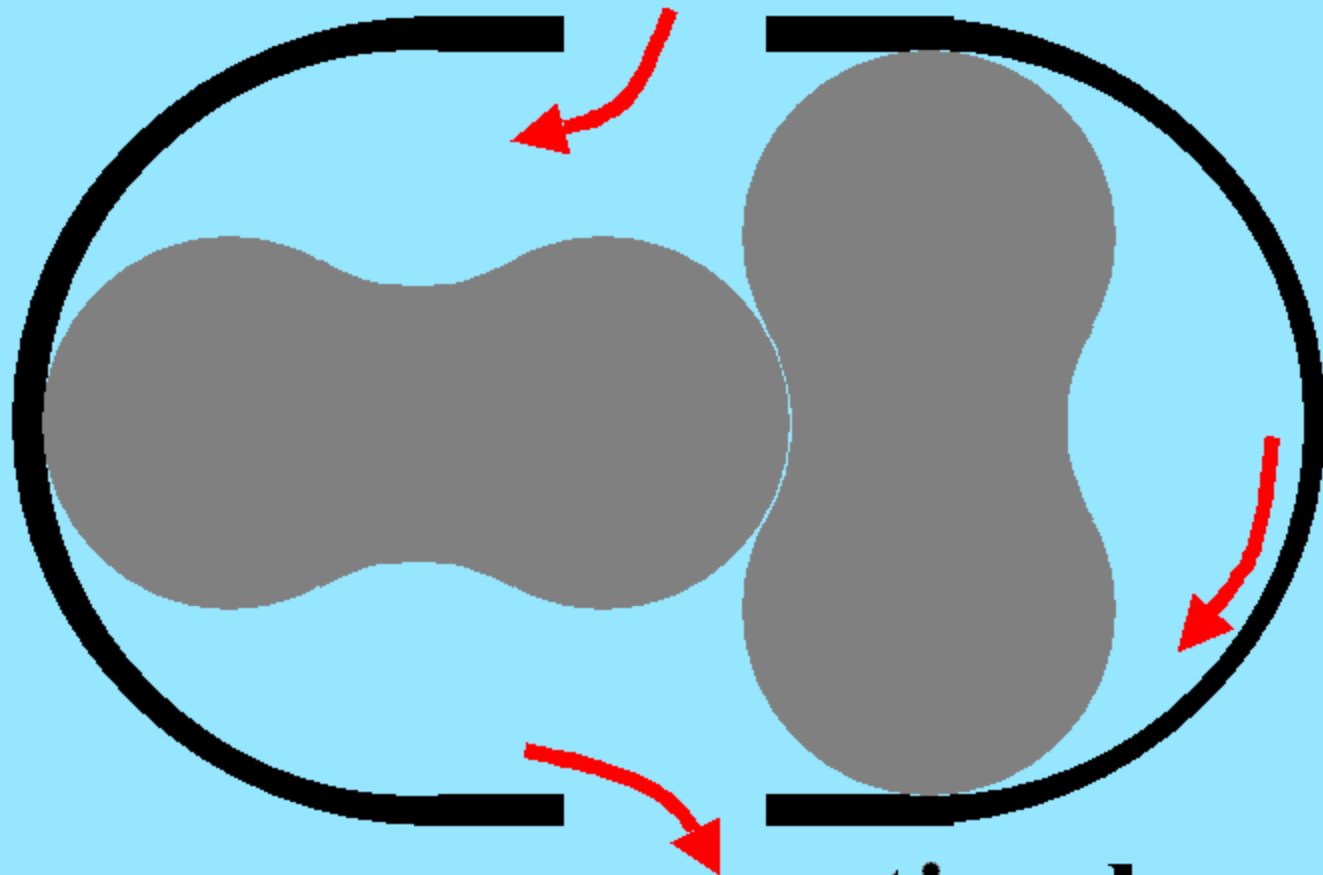






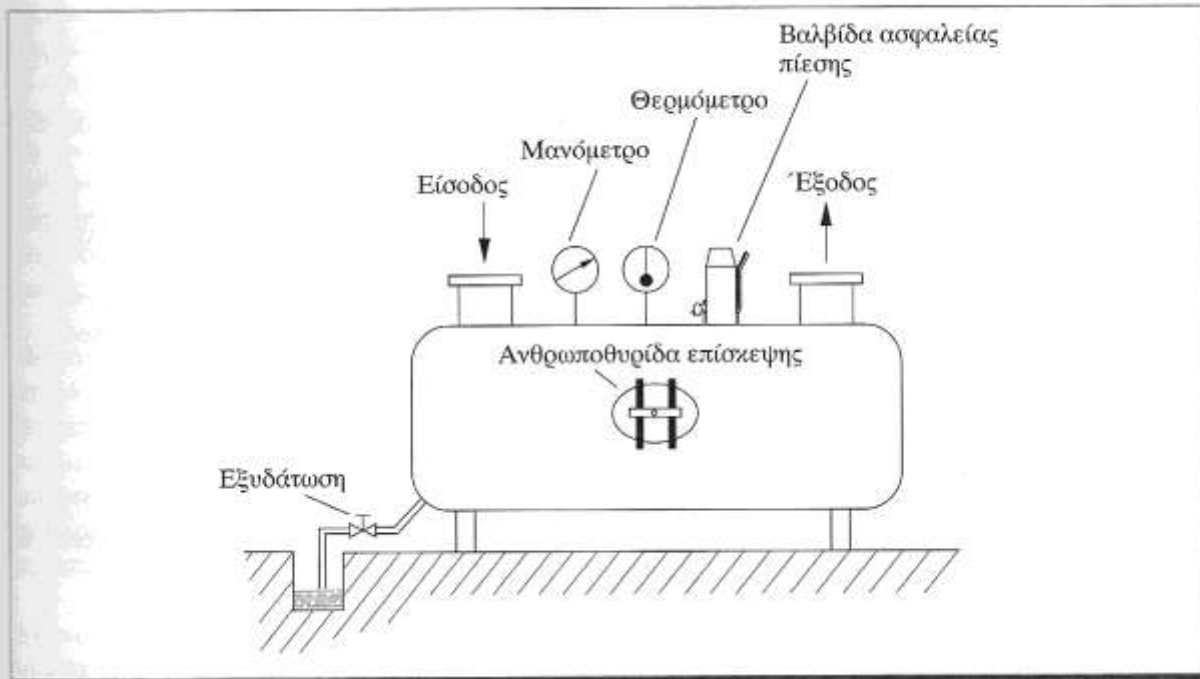
Λοβωτός αεροσυμπιεστής





www.pneumatica.be

Εγκατάσταση αεροφυλακίου



Όγκος αεριοφυλακίου

$$V = \frac{3600}{\frac{N \Delta p}{p_{\text{atm}}} \left[\frac{1}{Q_m} - \frac{1}{Q_{\text{air}} - Q_m} \right]}$$

Όπου

V ο όγκος του αεριοφυλακίου σε lt

p_{atm} η ατμοσφαιρική πίεση σε KPa (≈ 100 Kpa)

Δp η διαφορά μεταξύ της μεγίστης και της ελαχίστης πίεσης λειτουργίας του αεριοφυλακίου σε KPa.

Q_m η μέση ζητούμενη παροχή αέρα από το αεριοφυλάκιο σε lt.

Q_{air} η παροχή του αεροσυμπιεστή σε lt.

N ο αριθμός κύκλων λειτουργίας ανά ώρα. (τυπική τιμή 15 κύκλοι/ώρα).

Υπολογισμός όγκου αεροφυλακίου

Για

Αεροσυμπιεστή με παροχή $Q_{air} = 40 \text{ lt/sec}$

Μέση απαιτούμενη παροχή αέρα $Q_m = 27 \text{ lt/sec}$

Μέγιστη πίεση φόρτισης αεροφυλακίου $p_{max} = 800 \text{ KPa}$

Ελάχιστη πίεση φόρτισης αεροφυλακίου $p_m = 650 \text{ KPa}$

Ο όγκος του αεροφυλακίου προκύπτει

$$V = \frac{3600}{\frac{N \Delta p}{\rho_{atm}} \left[\frac{1}{Q_m} - \frac{1}{Q_{air} - Q_m} \right]}$$
$$V = \frac{3600}{15 \cdot \frac{800 - 650}{100} \cdot \left[\frac{1}{27} + \frac{1}{40 - 27} \right]} = 1405 \text{ lt}$$

Ετήσιο Κόστος λειτουργίας αεριοφυλακίου $C = C_{\text{motor}} + C_{\text{maintenance}}$

$$C_{\text{motor}} = \text{Ιπποδύναμη (HP)} \times 0.746 \text{ (kW/HP)} \\ \times 1 / \text{βαθμός απόδοσης κινητήρα} \\ \times \text{ώρες λειτουργίας ετησίως} \\ \times \text{μέσο κόστος kWh)} \\ \times \text{συντελεστής φορτίου}$$

Αν ο βαθμός απόδοσης κινητήρα του κινητήρα δεν είναι γνωστός ,
μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενδεικτικά η τιμή 0.9 (90%) .

Αν ο συντελεστής φορτίου δεν είναι γνωστός , μπορεί να
χρησιμοποιηθεί ενδεικτικά η τιμή , 0.8 (80%)

$$C_{\text{maintenance}} = \text{ώρες λειτουργίας ετησίως} \times \text{Ιπποδύναμη (HP)} \times 0.01\$/\text{HP}$$

Μέτρα ασφαλείας αεριοφυλακίων

Υδραυλική δοκιμή αεριοφυλακίου σε πίεση διπλάσια από αυτή της λειτουργίας του αεροσυμπιεστή.

Η δοκιμή διεξάγεται

- Προ της λειτουργίας
- Ανά διετία με παράλληλη αντικατάσταση των στεγανωτικών της ανθρωποθυρίδας, έλεγχο στεγανότητας των υπολοίπων οργάνων και της διάταξης εξυδάτωσης, έλεγχοι για σκουριά.

Δοκιμή βαλβίδας εκτόνωσης

- Περιοδικός έλεγχος λειτουργικότητας (π.χ. σε εβδομαδιαία βάση) με τη χρήση της χειρολαβής ελέγχου λειτουργίας.

Ενέργεια που εκτονώνεται σε περίπτωση αστοχίας του αεριοφυλακίου.

$$E \text{ (Nm)} = \text{Όγκος αεριοφυλακίου σε m}^3 \times \text{πίεση σε bar} \times 10^5$$

$$\text{Ισχύς} = E(\text{Nm}) / \text{Χρόνος εκτόνωσης (0,01 sec εκρηκτική εκτόνωση)}$$

Πχ ένα αεριοφυλάκιο χωρητικότητας 1 m^3 με πίεση 8 bar
απελευθερώνει σε περίπτωση έκρηξης $8 \times 10^7 \text{ Nm/sec}$

Μέτρα ασφαλείας αεριοφυλακίων (συν)

Περιοδικός έλεγχος πίεσης μέσω μανομέτρου και θερμοκρασίας μέσω θερμομέτρου

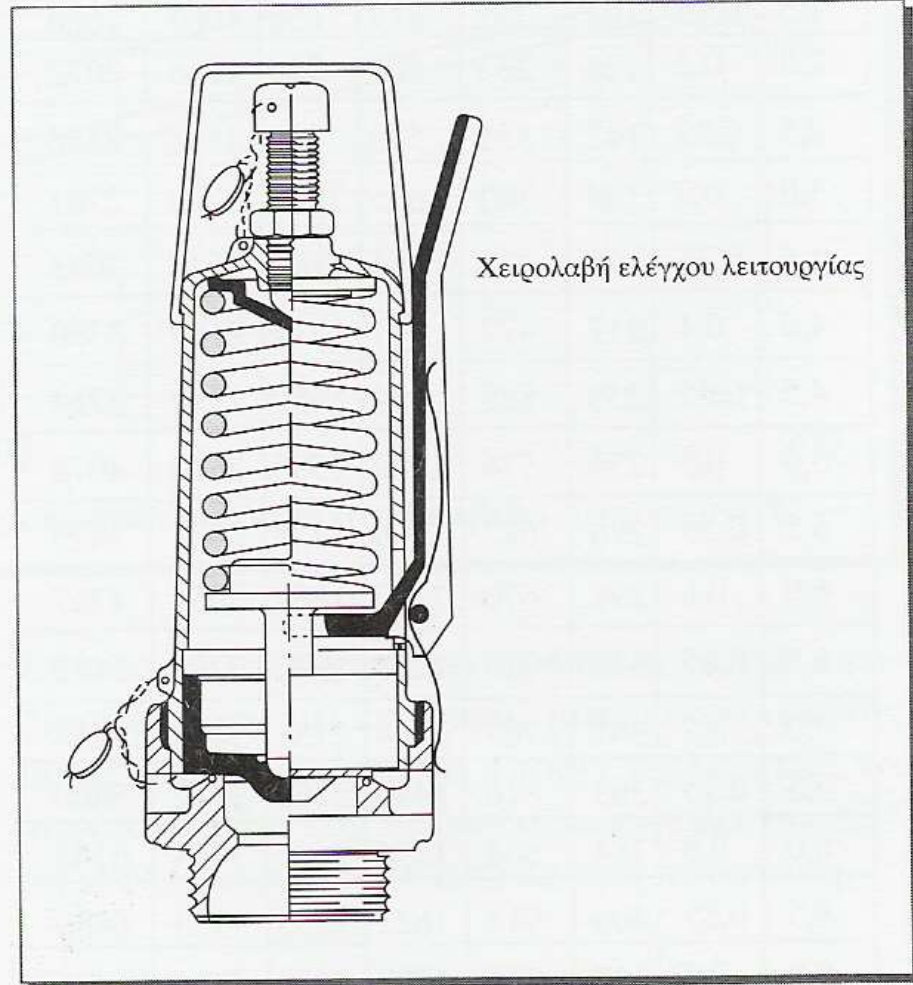
Τα ανωτέρω μεγέθη μπορούν να μας δώσουν ενδείξεις για την προοδευτική υποβάθμιση ή την αστοχία της υπόλοιπης διάταξης όπως π.χ. του συμπιεστή ή του ξηραντήρα

Περιοδική αποκομιδή και έλεγχος των συμπυκνωμάτων από την διάταξη εξυδάτωσης.

Διακυμανσεις στην πυκνότητα ή πηκτά και σκούρα γαλακτώματα αποτελούν ενδείξεις που πρέπει να μας προτρέψουν για τον έλεγχο ή τον προγραμματισμό συντήρησης του συμπιεστή.

ΣΧΗΜΑ 3.11

Τομή ασφαλιστικής βαλβίδας αεροφυλακίου

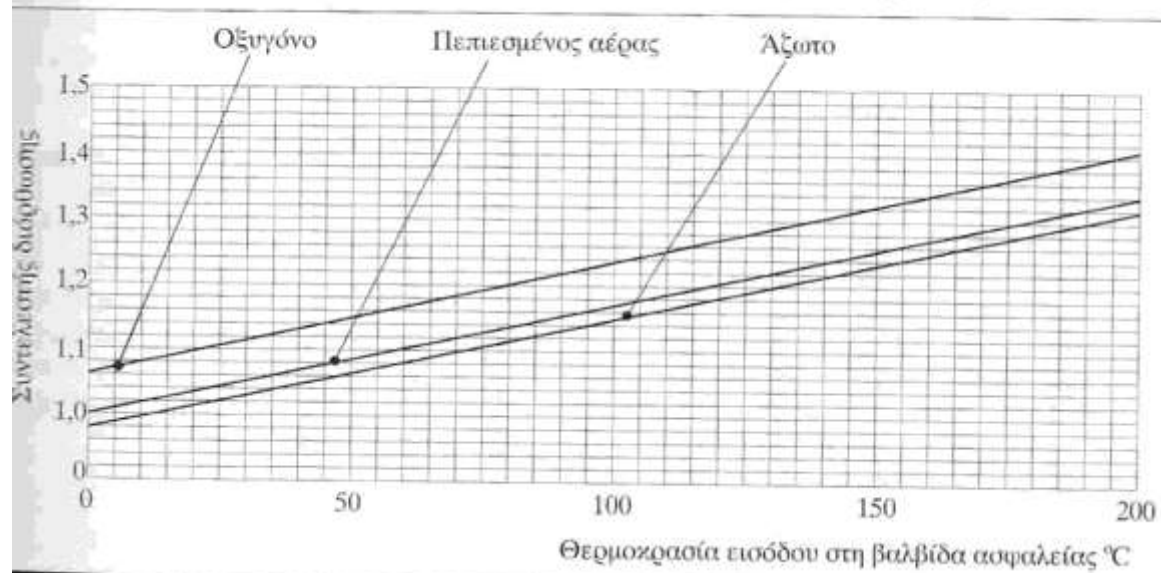


*Ικανότητα εκφόρτωσης πεπιεσμένου αέρα σε Nm³/h στους 0°C, 1,013 bar
από βαλβίδες ασφάλειας πίεσης της Εταιρίας Honeywell*

Πίεση ρύθμ.		Ικανοτ. εκφορ. σε Nm ³ /h (0°C, 1,013 bar)						
bar	MPa	R1/2	R3/4	R 1	R11/4	R11/2	R 2	
0,5	0,05	59	133	237	370	606	947	
1,0	0.1	83	186	331	517	847	1323	
1,5	0,15	104	235	417	651	1067	1668	
2,0	0,2	126	283	503	786	1288	2012	
2,5	0,25	147	331	589	920	1508	2356	
3,0	0,3	169	380	675	1055	1729	2701	
3,5	0,35	190	428	761	1190	1949	3045	
4,0	0,4	212	477	847	1324	2169	3390	
4,5	0,45	233	525	934	1459	2390	3734	
5,0	0,5	255	574	1020	1593	2610	4078	
5,5	0,55	276	622	1106	1728	2831	4423	
6,0	0,6	298	670	1192	1862	3051	4767	
6,5	0,65	319	719	1278	1997	3271	5112	
7,0	0,7	341	767	1364	2131	3492	5456	
7,5	0,75	363	816	1450	2266	3712	5800	
8,0	0,8	384	864	1536	2400	3933	6145	
8,5	0,85	406	913	1622	2535	4153	6489	
9,0	0,9	427	961	1708	2669	4374	6834	
9,5	0,95	449	1009	1795	2804	4594	7178	
10,0	1	470	1058	1881	2938	4814	7522	
10,5	1,05	492	1106	1967	3073	5035	7867	
11,0	1,1	513	1155	2053	3208	5255	8211	
11,5	1,15	535	1203	2139	3342	5476	8556	
12,0	1,2	556	1252	2225	3477	5696	8900	
12,5	1,25	578	1300	2311	3611	5916	9244	
13,0	1,3	599	1348	2397	3746	6137	9589	
13,5	1,35	621	1397	2483	3880	6357	9933	
14,0	1,4	642	1445	2569	4015	6578	10278	
14,5	1,45	664	1494	2656	4149	6798	10622	
15,0	1,5	685	1542	2742	4284	7019	10966	

Πίεση ρύθμ.		Ικανοτ. εκφορ. σε Nm ³ /h (0°C, 1,013 bar)						
bar	MPa	R1/2	R3/4	R 1	R11/4	R11/2	R 2	
15,5	1,55	707	1591	2828	4418	7239	11311	
16,0	1,6	728	1639	2914	4553	7459	11655	
16,5	1,65	750	1687	3000	4687	7680	12000	
17,0	1,7	772	1736	3086	4822	7900	12344	
17,5	1,75	793	1784	3172	4956	8121	12688	
18,0	1,8	815	1833	3258	5091	8341	13033	
18,5	1,85	836	1881	3344	5226	8561	13377	
19,0	1,9	858	1930	3430	5360	8782	13722	
19,5	1,95	879	1987	3517	5495	9002	14066	
20,0	2	901	2026	3603	5629	9223	14410	
20,5	2,05	922	2075	3689	5764	9443	14755	
21,0	2,1	944	2123	3775	5898	9664	15099	
21,5	2,15	965	2172	3861	6033	9884	15444	
22,0	2,2	987	2220	3947	6167	10104	15788	
22,5	2,25	1008	2269	4033	6302	10325	16132	
23,0	2,3	1030	2317	4119	6436	10545	16477	
23,5	2,35	1051	2365	4205	6571	10766	16821	
24,0	2,4	1073	2414	4291	6705	10986	17166	
24,5	2,45	1094	2462	4378	6840	11206	17510	
25,0	2,5	1116	2511	4464	6974	11427	17854	
25,5	2,55	1137	2559	4550	7109	11647	18199	
26,0	2,6	1159	2608	4636	7243	11868	18543	
26,5	2,65	1180	2656	4722	7378	12088	18888	
27,0	2,7	1202	2705	4808	7513	12309	19232	
27,5	2,75	1224	2753	4894	7647	12529	19576	
28,0	2,8	1245	2801	4980	7782	12749	19921	
28,5	2,85	1267	2850	5066	7916	12970	20265	
29,0	2,9	1288	2898	5152	8051	13190	20610	
29,5	2,95	1310	2947	5239	8185	13411	20954	
30,0	3	1331	2995	5325	8320	13631	21298	

Συντελεστής διόρθωσης ικανότητας εκφόρτωσης πεπιεσμένου αέρα,
συναρτήσσει της θερμοκρασίας εισόδου στη βαλβίδα ασφάλειας

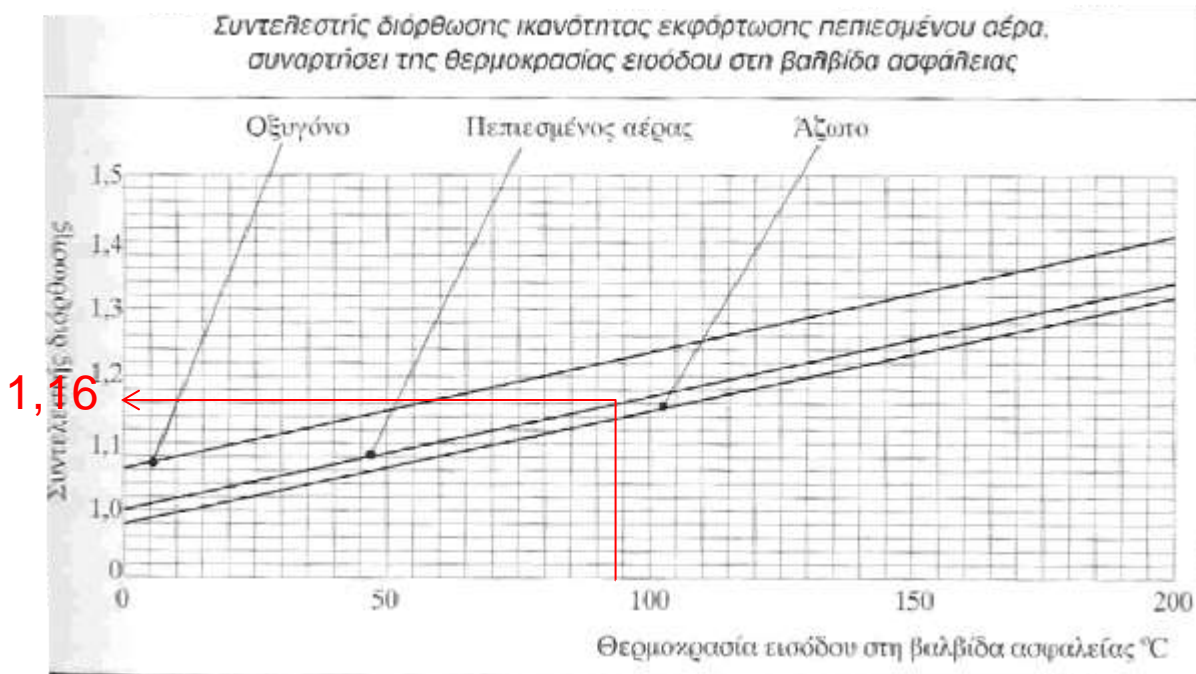


Υπολογισμός βαλβίδας εκτόνωσης

Δεδομένα: Η βαλβίδα έχει ρυθμιστεί στα 9 bar

Ο αεροσυμπιεστής παρέχει 1600 m^3

Η θερμοκρασία κατά την έξοδο είναι 95°C .



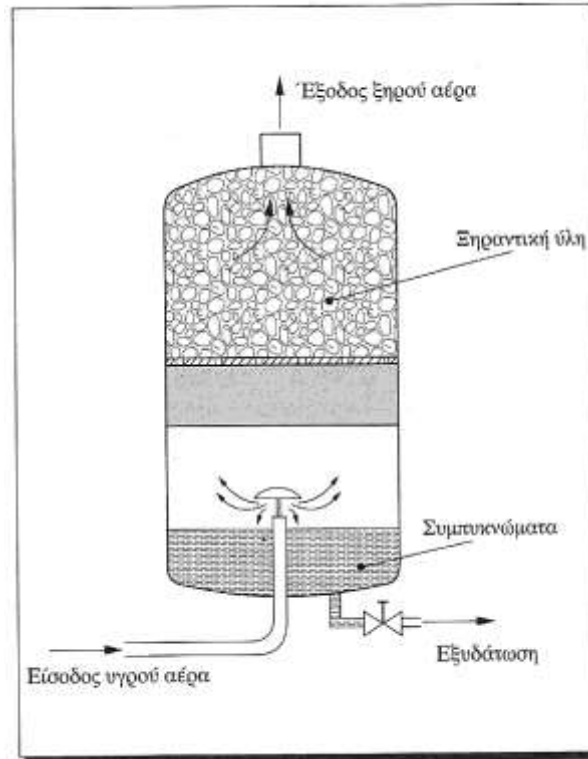
Ικανότητα εκφόρτωσης πεπιεσμένου αέρα σε Nm³/h στους 0°C, 1,013 bar
από βαλβίδες ασφάλειας πίεσης της Εταιρίας Honeywell

Απαιτούμενος όγκος
εκφόρτωσης V=1600 m³/h x
1,16=1856m³/h

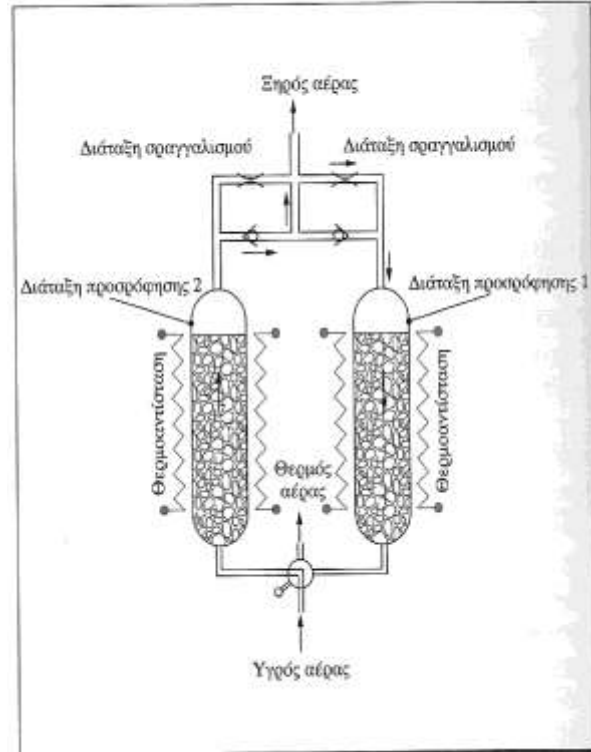
Πίεση ρύθμ.		Ικανοτ. εκφορ. σε Nm ³ /h (0°C, 1,013 bar)						
bar	MPa	R1/2	R3/4	R 1	R11/4	R11/2	R 2	
0,5	0,05	59	133	237	370	606	947	
1,0	0.1	83	186	331	517	847	1323	
1,5	0,15	104	235	417	651	1067	1668	
2,0	0,2	126	283	503	786	1288	2012	
2,5	0,25	147	331	589	920	1508	2356	
3,0	0,3	169	380	675	1055	1729	2701	
3,5	0,35	190	428	761	1190	1949	3045	
4,0	0,4	212	477	847	1324	2169	3390	
4,5	0,45	233	525	934	1459	2390	3734	
5,0	0,5	255	574	1020	1593	2610	4078	
5,5	0,55	276	622	1106	1728	2831	4423	
6,0	0,6	298	670	1192	1862	3051	4767	
6,5	0,65	319	719	1278	1997	3271	5112	
7,0	0,7	341	767	1364	2131	3492	5456	
7,5	0,75	363	816	1450	2266	3712	5800	
8,0	0,8	384	864	1536	2400	3933	6145	
8,5	0,85	406	913	1622	2535	4153	6489	
9,0	0,9	427	961	1708	2669	4374	6834	
9,5	0,95	449	1009	1795	2804	4594	7178	
10,0	1	470	1058	1881	2938	4814	7522	
10,5	1,05	492	1106	1967	3073	5035	7867	
11,0	1,1	513	1155	2053	3208	5255	8211	
11,5	1,15	535	1203	2139	3342	5476	8556	
12,0	1,2	556	1252	2225	3477	5696	8900	
12,5	1,25	578	1300	2311	3611	5916	9244	
13,0	1,3	599	1348	2397	3746	6137	9589	
13,5	1,35	621	1397	2483	3880	6357	9933	
14,0	1,4	642	1445	2569	4015	6578	10278	
14,5	1,45	664	1494	2656	4149	6798	10622	
15,0	1,5	685	1542	2742	4284	7019	10966	

Πίεση ρύθμ.		Ικανοτ. εκφορ. σε Nm ³ /h (0°C, 1,013 bar)						
bar	MPa	R1/2	R3/4	R 1	R11/4	R11/2	R 2	
15,5	1,55	707	1591	2828	4418	7239	11311	
16,0	1,6	728	1639	2914	4553	7459	11655	
16,5	1,65	750	1687	3000	4687	7680	12000	
17,0	1,7	772	1736	3086	4822	7900	12344	
17,5	1,75	793	1784	3172	4956	8121	12688	
18,0	1,8	815	1833	3258	5091	8341	13033	
18,5	1,85	836	1881	3344	5226	8561	13377	
19,0	1,9	858	1930	3430	5360	8782	13722	
19,5	1,95	879	1978	3517	5495	9002	14066	
20,0	2	901	2026	3603	5629	9223	14410	
20,5	2,05	922	2075	3689	5764	9443	14755	
21,0	2,1	944	2123	3775	5898	9664	15099	
21,5	2,15	965	2172	3861	6033	9884	15444	
22,0	2,2	987	2220	3947	6167	10104	15788	
22,5	2,25	1008	2269	4033	6302	10325	16132	
23,0	2,3	1030	2317	4119	6436	10545	16477	
23,5	2,35	1051	2365	4205	6571	10766	16821	
24,0	2,4	1073	2414	4291	6705	10986	17166	
24,5	2,45	1094	2462	4378	6840	11206	17510	
25,0	2,5	1116	2511	4464	6974	11427	17854	
25,5	2,55	1137	2559	4550	7109	11647	18199	
26,0	2,6	1159	2608	4636	7243	11868	18543	
26,5	2,65	1180	2656	4722	7378	12088	18888	
27,0	2,7	1202	2705	4808	7513	12309	19232	
27,5	2,75	1224	2753	4894	7647	12529	19576	
28,0	2,8	1245	2801	4980	7782	12749	19921	
28,5	2,85	1267	2850	5066	7916	12970	20265	
29,0	2,9	1288	2898	5152	8051	13190	20610	
29,5	2,95	1310	2947	5239	8185	13411	20954	
30,0	3	1331	2995	5325	8320	13631	21298	

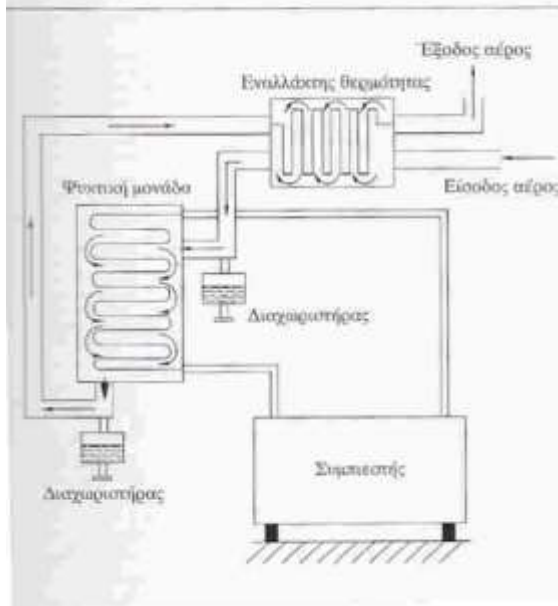
Απορροφητικός Ξηραντήρας



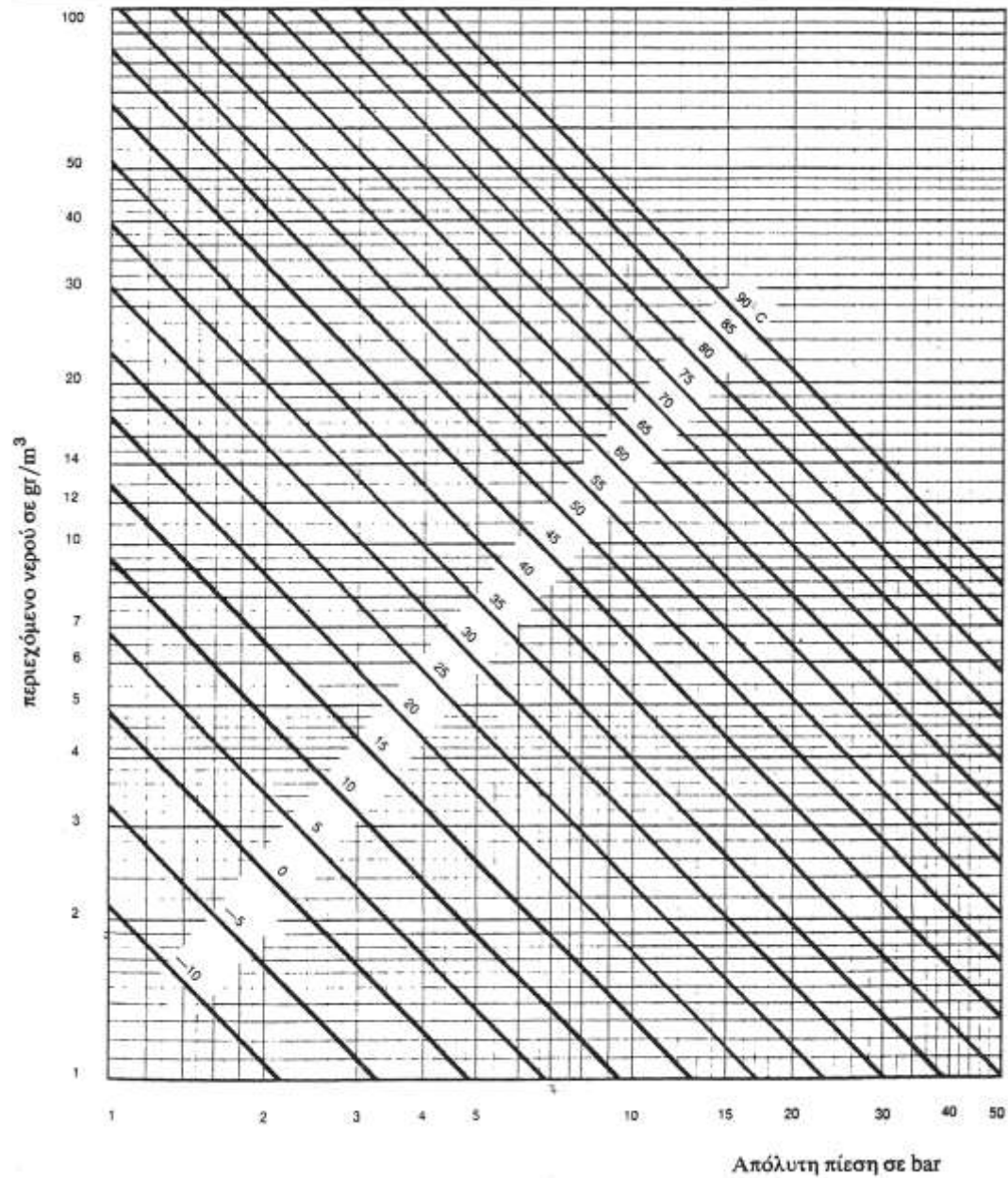
Προσροφητικός Ξηραντήρας



Ξηραντήρας καταψυκτικού τύπου



Περιεκτικότητα νερού στον αέρα συναρτήσει της πίεσης και της θερμοκρασίας, στο σημείο δρόσου. Πηγή: Festo KG



t in $^{\circ}\text{C}$	f in g/m^3
-20	0,9
-10	2,1
0	4,9
10	9,4
20	17,2
30	30
40	51
50	83
60	130
80	292
100	600

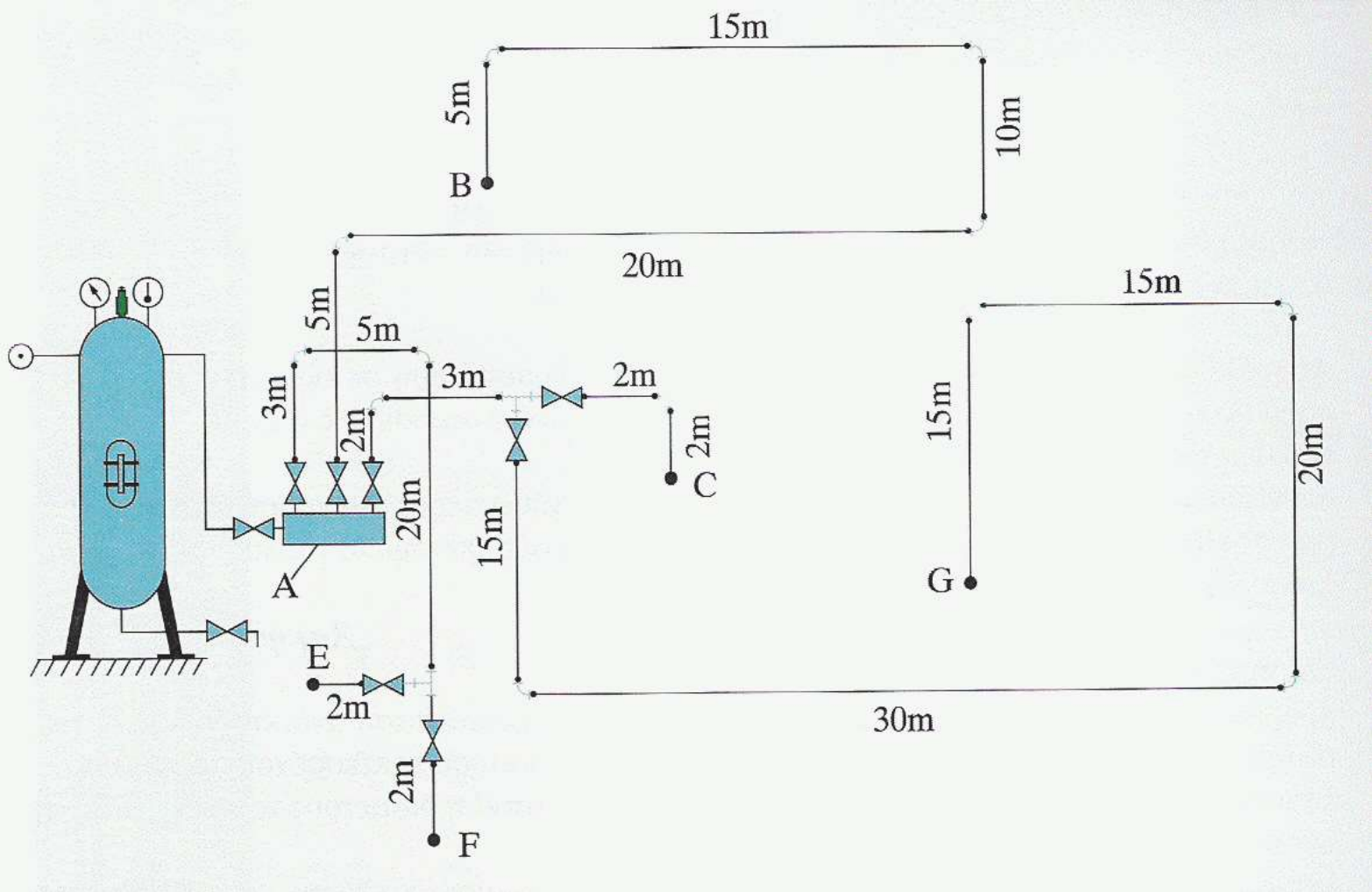
Μια ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα, σχετικής υγρασίας $\phi=50\%$, συμπιέζεται σε ένα αεριοφυλάκιο σε πίεση 7bar.

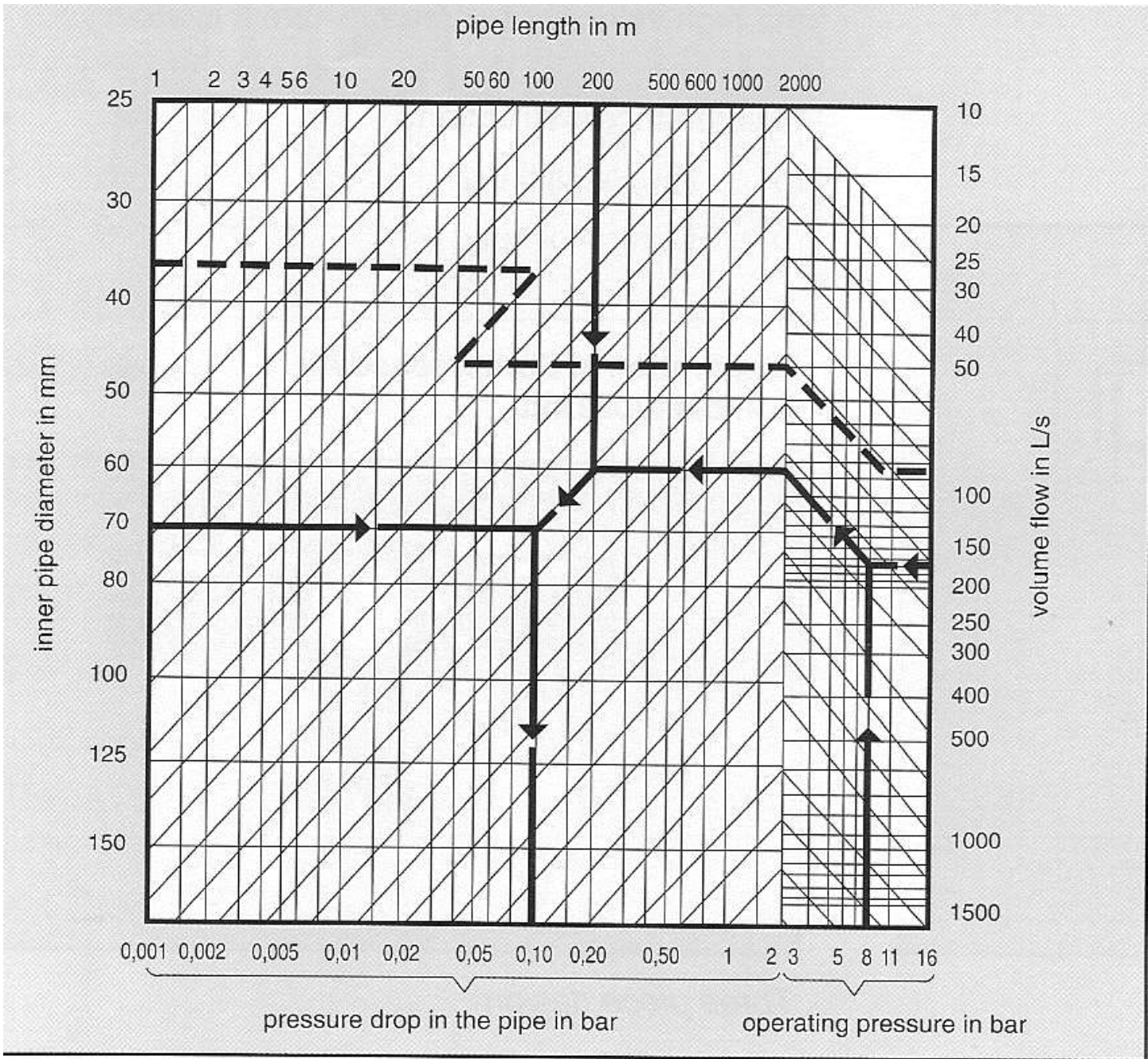
Οι θερμοκρασίες των διαφόρων χώρων όπου οδηγείται σταδιακά ο αέρας δίνεται παρακάτω.

Ποια η ποσότητα των συμπυκνωμάτων νερού ανά m^3 απαιτούμενου από τους ενεργοποιητές αέρα, θα συμπυκνώνεται στον κάθε χώρο;.

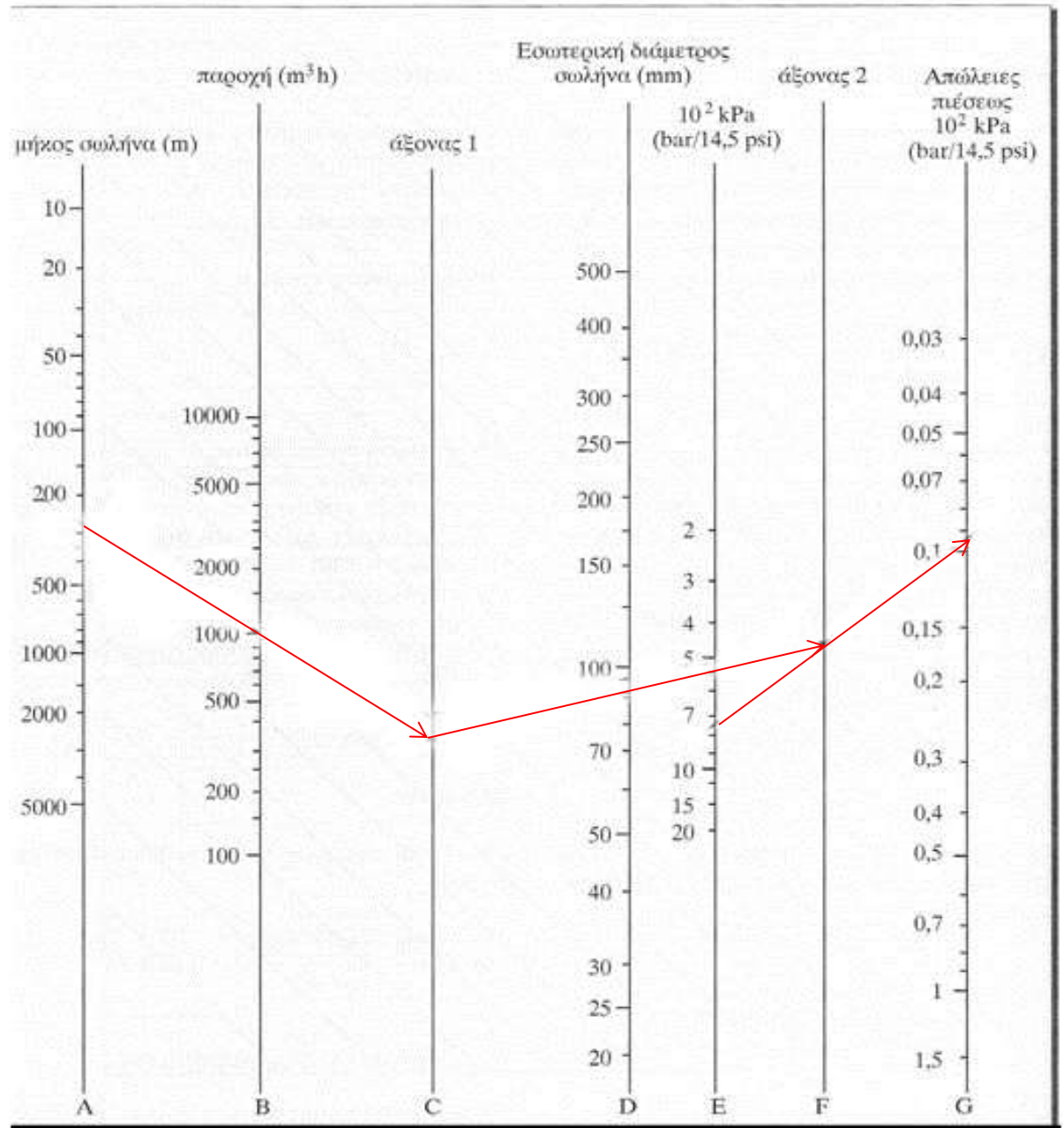
	θ	
Αναρρόφηση	20	$^{\circ}\text{C}$
Συμπιεστής	120	$^{\circ}\text{C}$
Μεταψύκτης	30	$^{\circ}\text{C}$
Δίκτυο 1	20	$^{\circ}\text{C}$
Δίκτυο 2	0	$^{\circ}\text{C}$
Actuator	20	$^{\circ}\text{C}$

	μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να διαλυθεί σε αέρα όγκου V και θερμοκρασίας θ			φ	Εισερχόμενη Ποσότητα Νερού gr H ₂ O	Ποσότητα Νερού Που Υγροποιείται gr H ₂ O	Ποσότητα νερού που απομένει gr H ₂ O
	θ	V	gr H ₂ O				
Αναρρόφηση	20 °C	7 m ³	120,4	0,5	60,2	0	60,2
Συμπιεστής	120 °C	1 m ³	600	0,1	60,2	0	60,2
Μεταψύκτης	30 °C	1 m ³	30	1,0	60,2	30,2	30
Δίκτυο 1	20 °C	1 m ³	17,2	1,0	30	12,8	17,2
Δίκτυο 2	0 °C	1 m ³	4,9	1,0	17,2	12,3	4,9
Actuator	20 °C	1 m ³	17,2	0,3	4,9	0	4,9





$Q=1000 \text{ m}^3/\text{h}$
 $P_m=7,5 \text{ bar}$
 $l=290 \text{ m}$
 $D=92 \text{ mm}$



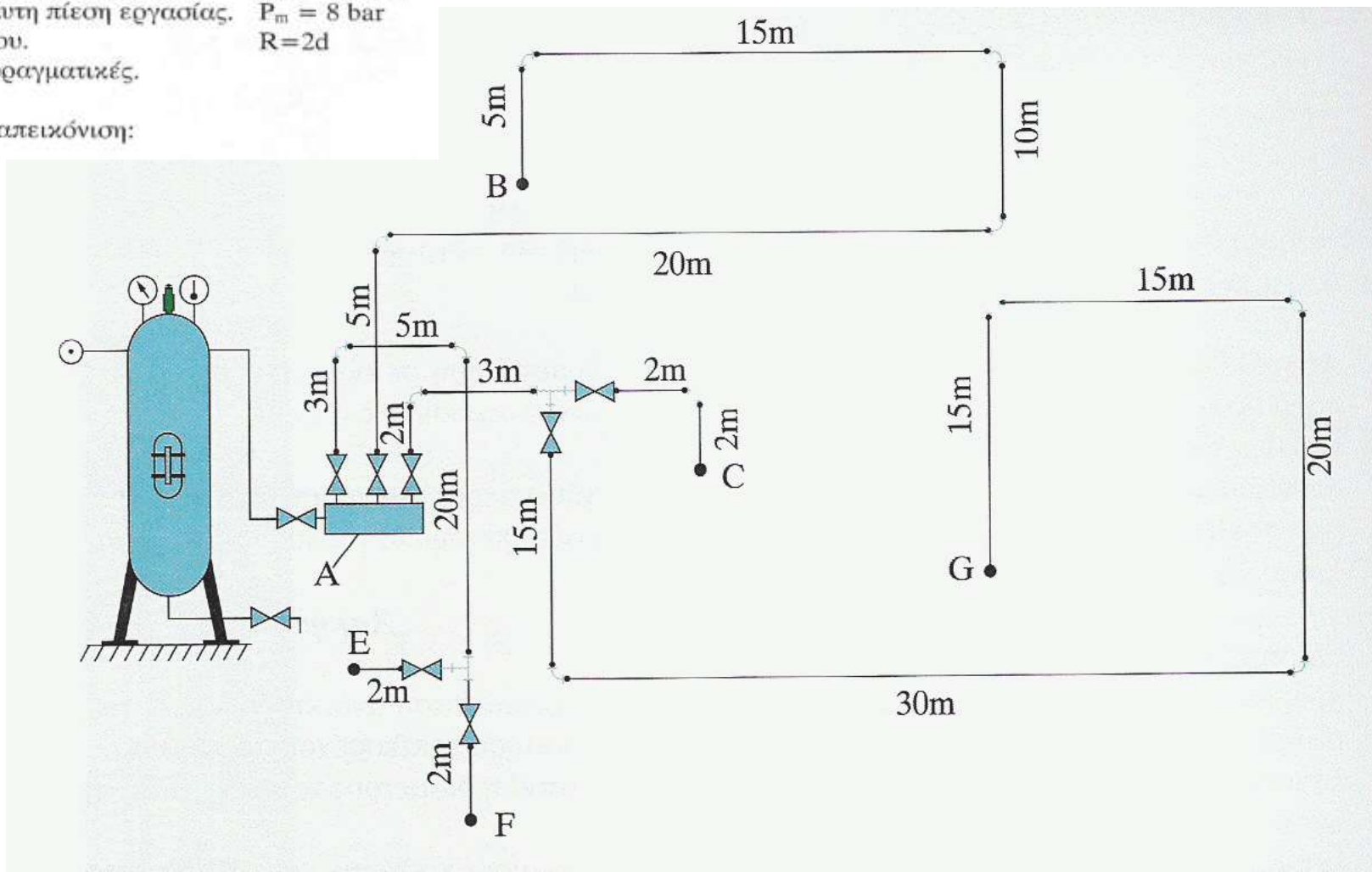
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΓΕΩΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑ ΣΕ m																
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΑ ΣΕ mm																
	25	40	50	60	70	80	90	100	125	140	150	180	200	250	300	350	400
ΒΑΝΑ ΜΕ ΓΛΩΣΣΑ																	
Πλήρως ανοικτή	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,6	1,8	1,9	2,3	2,6	3,2	3,9	4,5	5,2
Μισόβλειστη	5,0	8,0	10	12	15	16	18	20	25	28	30	36	40	50	60	70	80
ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΒΑΝΑ																	
Πλήρως ανοικτή	1,5	2,5	3,0	3,6	4,2	4,5	5,2	6,0	8,0	9,5	10	-	-	-	-	-	-
ΓΩΝΙΑΚΗ ΒΑΝΑ																	
Πλήρως ανοικτή	4,0	6,0	7,0	9,0	11	12	13,5	15	18	21	22	28	30	36	-	-	-
ΒΑΝΑ ΜΕ ΕΔΡΑ																	
Πλήρως ανοικτή	7,5	12	15	19	22	24	27	30	38	42	45	53	60	-	-	-	-
ΒΑΝΑ ΜΕ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ																	
Πλήρως ανοικτή	2,0	3,2	4,0	5,0	6,0	6,4	7,2	8,0	10	11,5	12	15	16	20	24	28	32
ΚΑΜΠΥΛΗ R = 2d	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7	1,8	2,3	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8
ΚΑΜΠΥΛΗ R = d	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	2,0	2,3	2,4	2,9	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4
ΓΩΝΙΑ 90°	1,5	2,4	3,0	3,6	4,4	4,8	5,4	6,0	7,5	8,5	9,0	11	12	15	18	21	24
ΤΑΦ ΜΕ ΡΟΗ ΣΕ ΕΥΘΕΙΑ	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	2,5	2,8	3,0	3,8	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
ΤΑΦ ΜΕ ΡΟΗ ΥΠΟ ΓΩΝΙΑ	1,5	2,4	3,0	3,6	4,4	4,8	5,4	6,0	7,5	8,5	9,0	11	12	15	18	21	24
ΣΥΣΤΟΛΗ 2d ΣΕ d	0,5	0,7	1,0	1,4	1,9	2,0	2,3	2,5	3,1	3,5	3,6	4,4	4,8	6,0	7,2	7,9	9,6

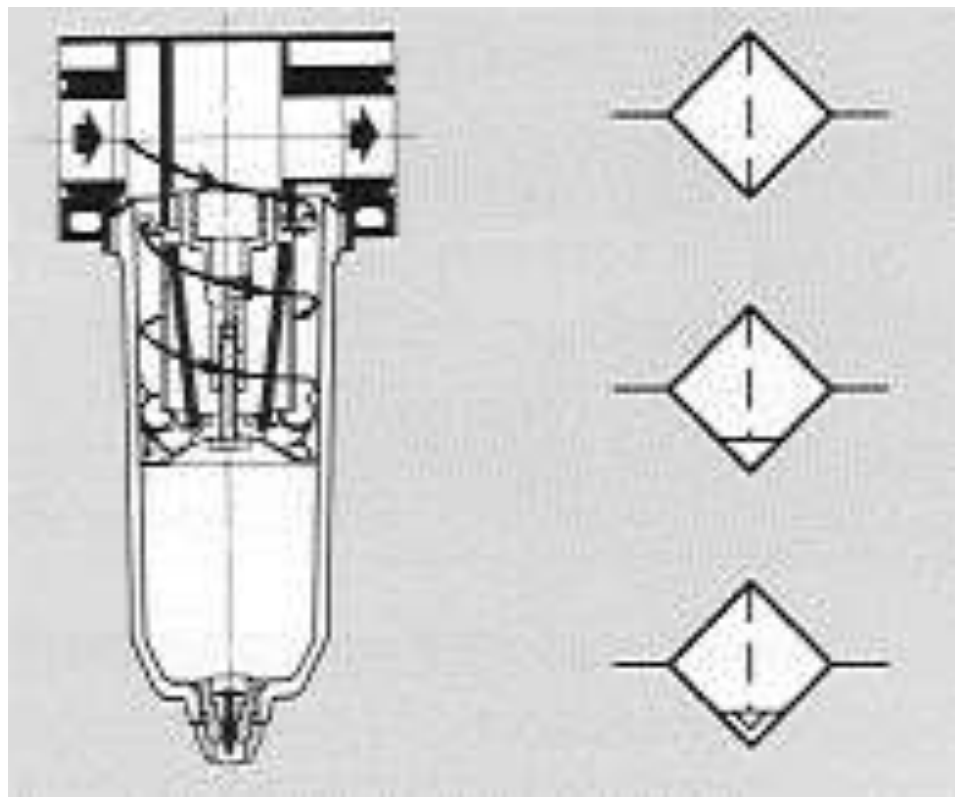
Στην εγκατάσταση ανοικτού κλάδου του παρακάτω δικτύου πεπιεσμένου αέρα, ζητείται να υπολογιστεί η διάμετρος του κεντρικού αγωγού.

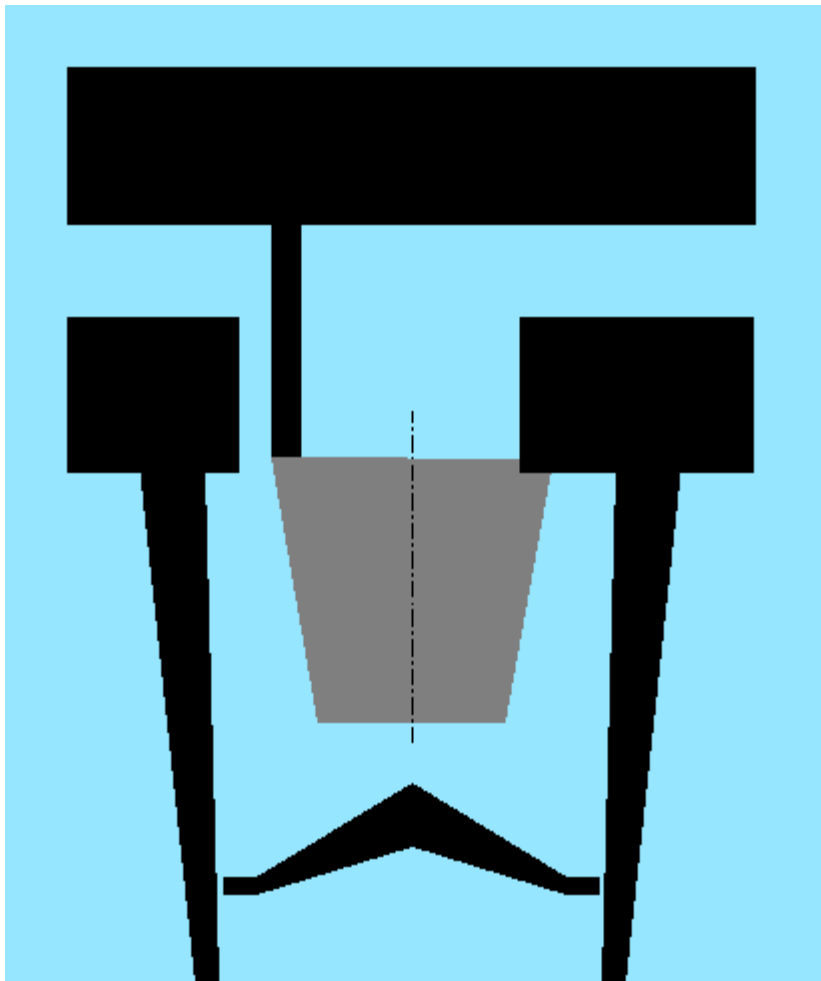
Δεδομένα:

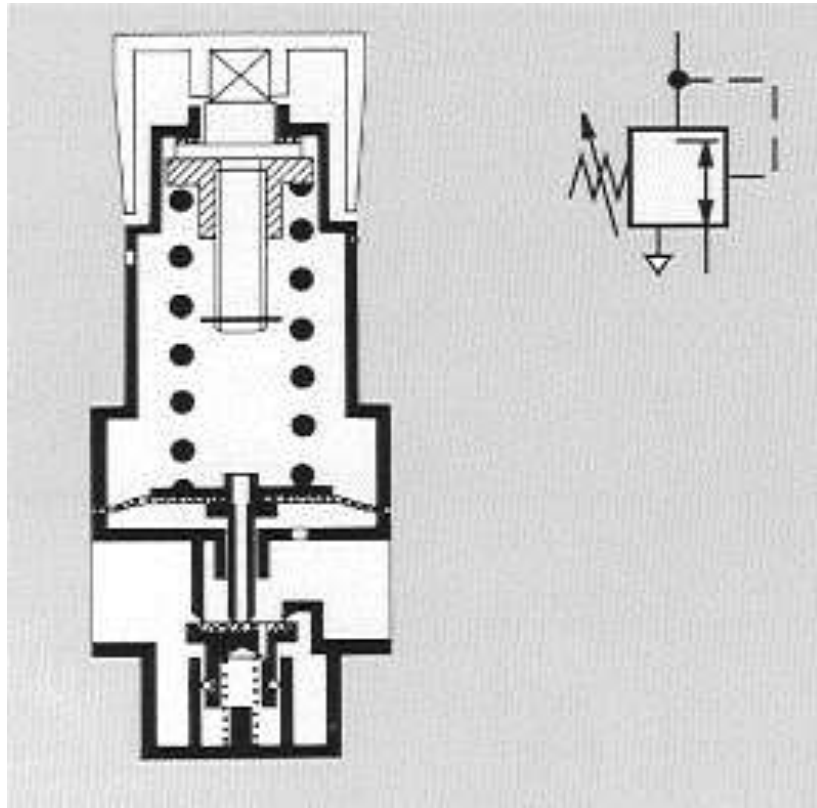
Σημερινή παροχή.	$5,8 \text{ m}^3/\text{min}$
Προβλεπόμενη επαύξηση για την επόμενη 5ετία	100%
Επιτρεπόμενη πτώση πίεσης.	$\Delta p = 0,1 \text{ bar}$
Μέση απόλυτη πίεση εργασίας.	$P_m = 8 \text{ bar}$
Γωνιές τύπου.	$R=2d$
Βάνες διαφραγματικές.	

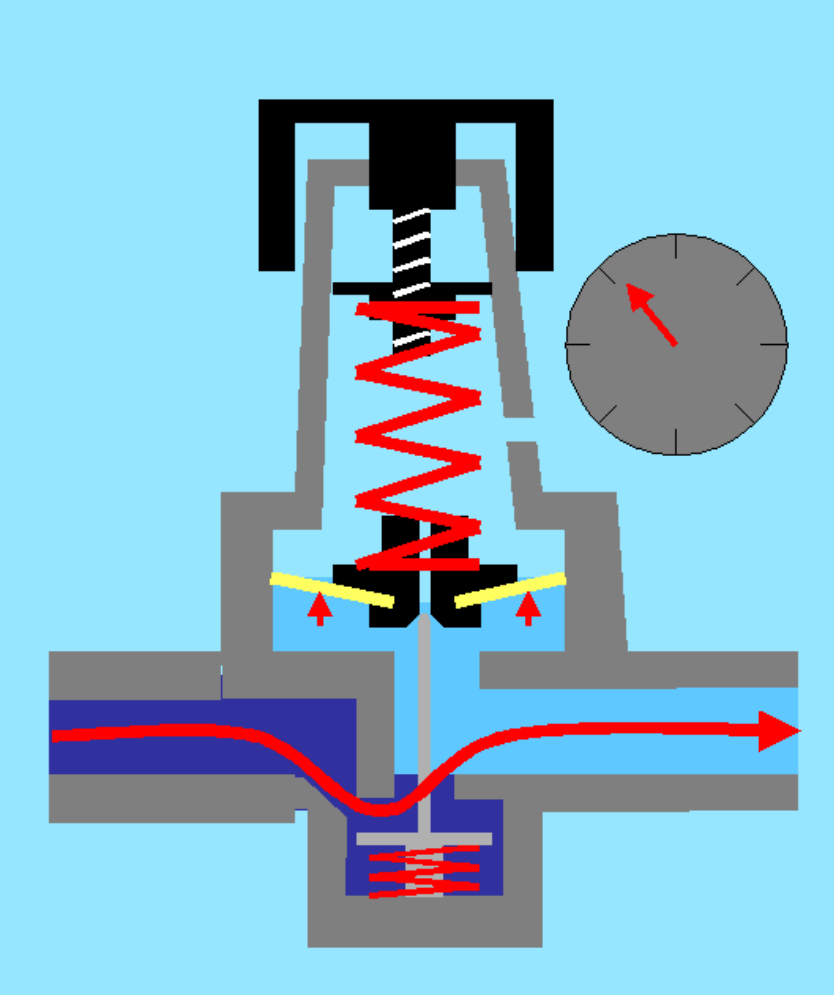
Σχηματική απεικόνιση:

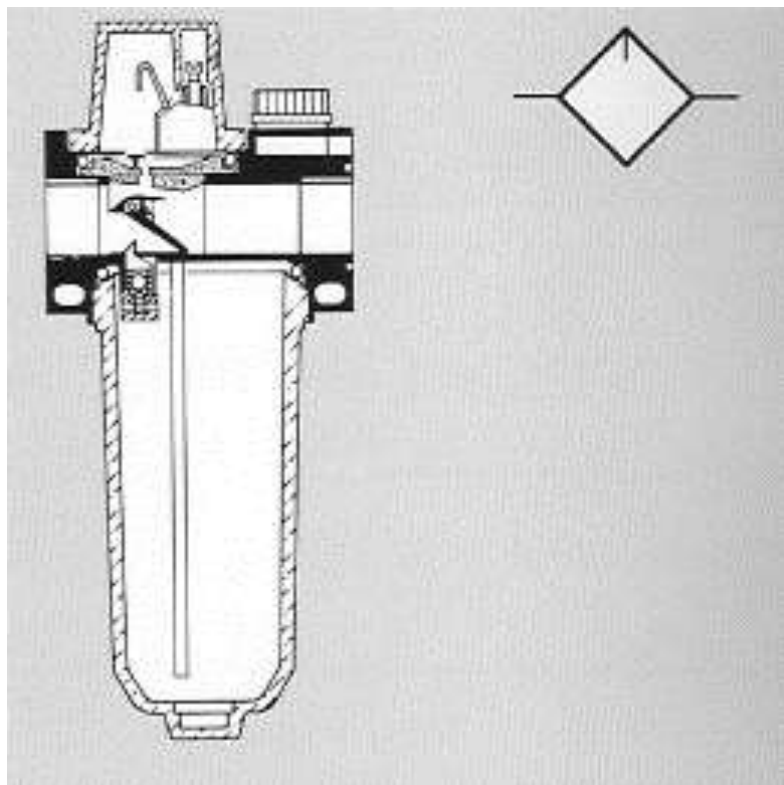


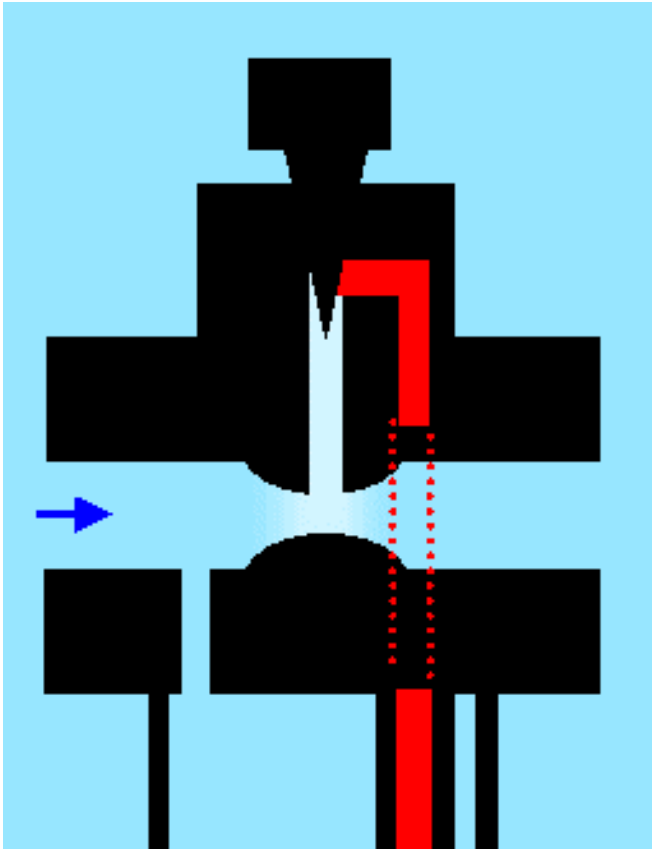


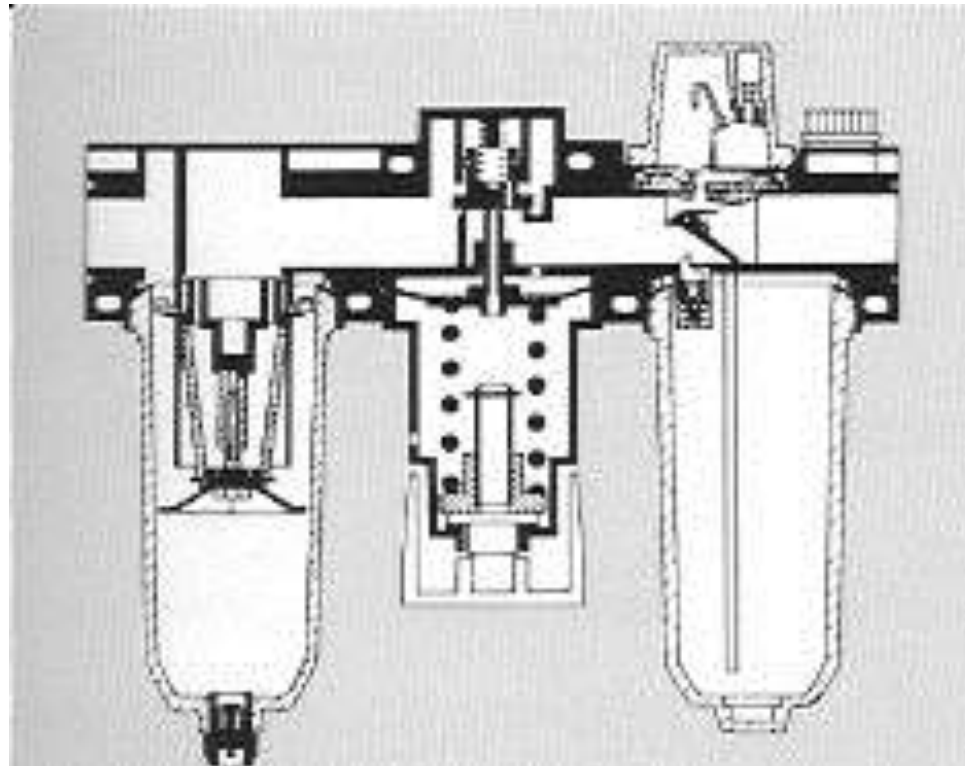


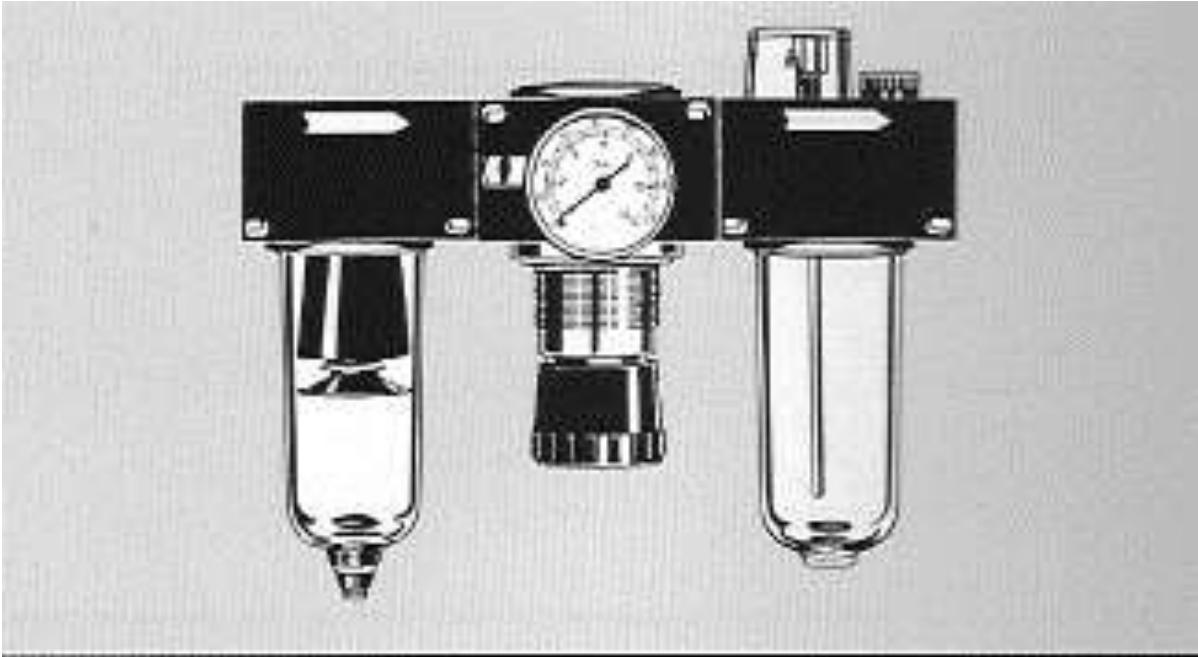


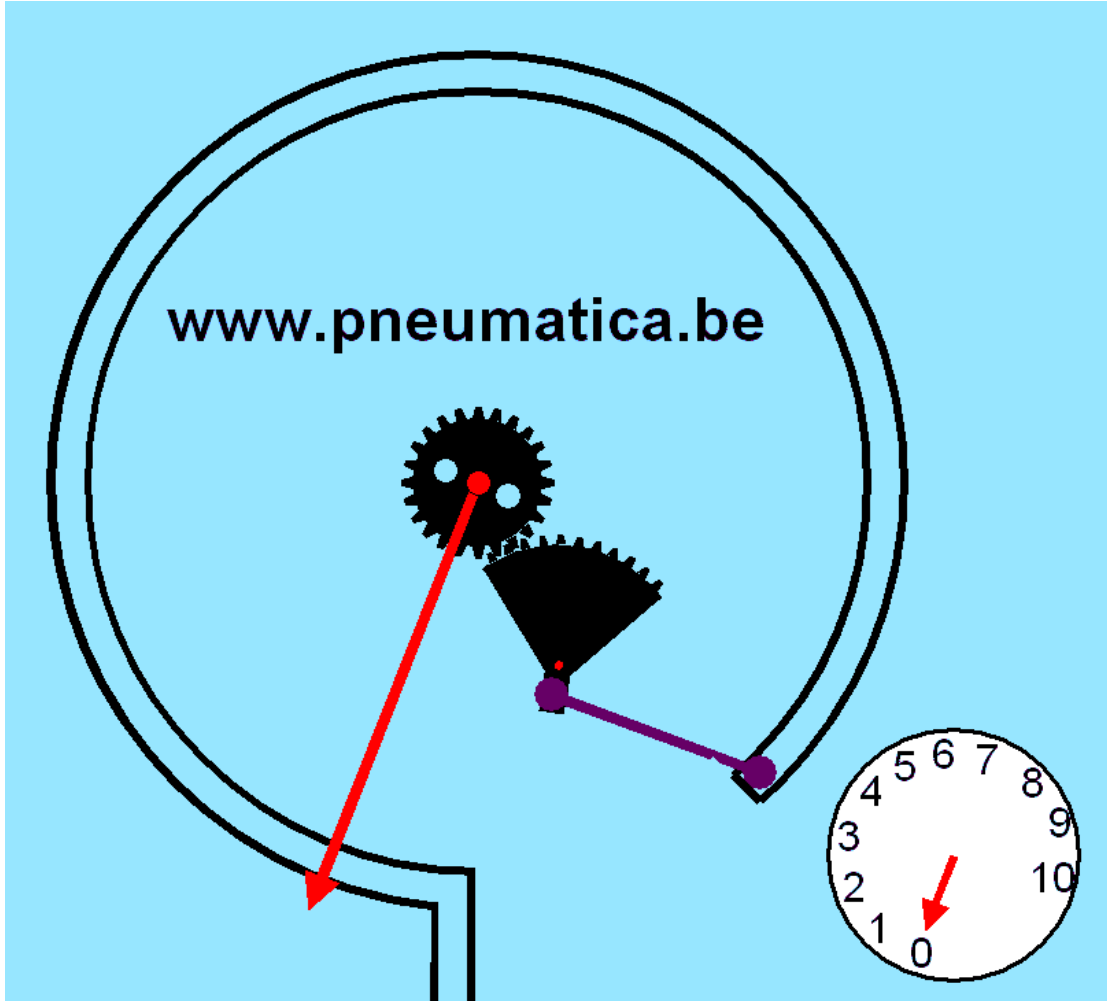


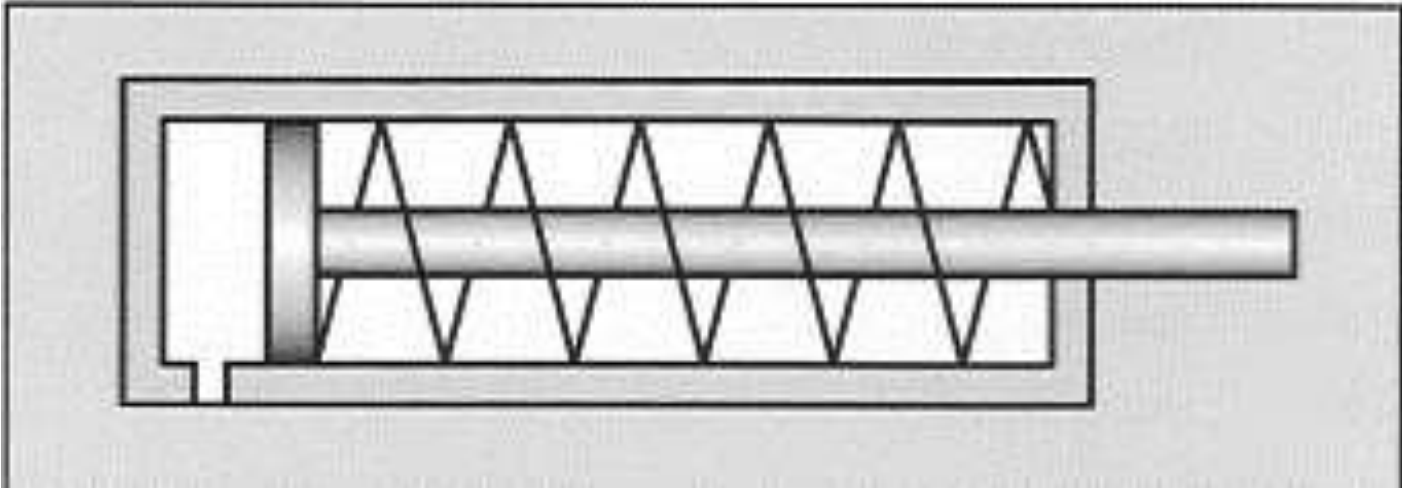


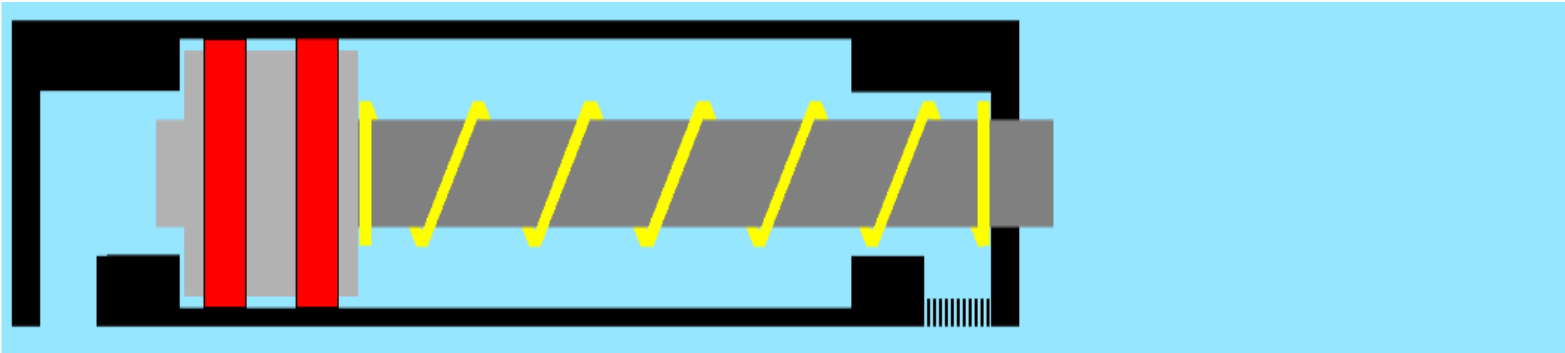


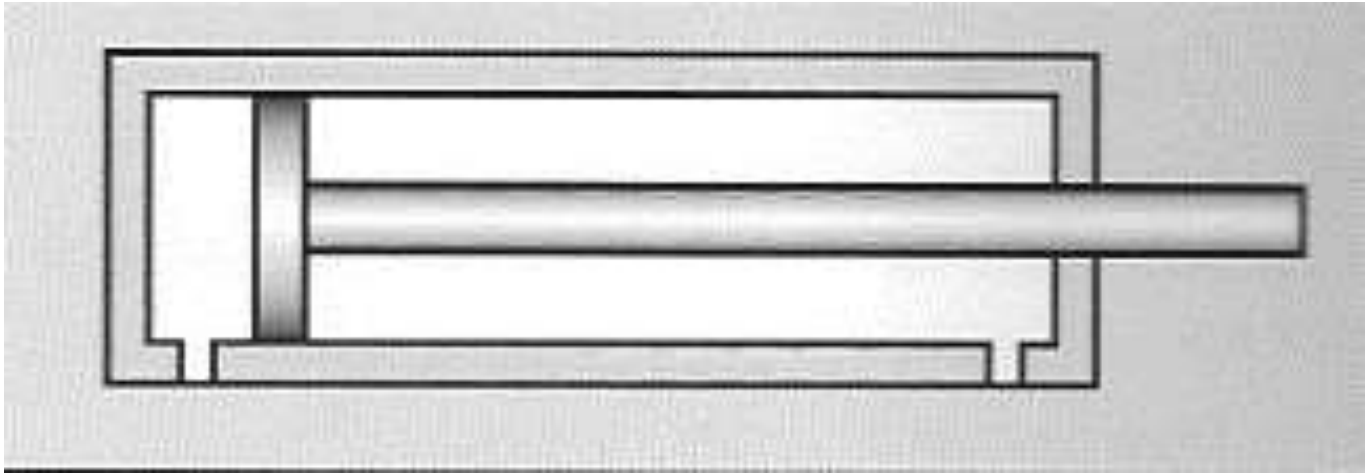






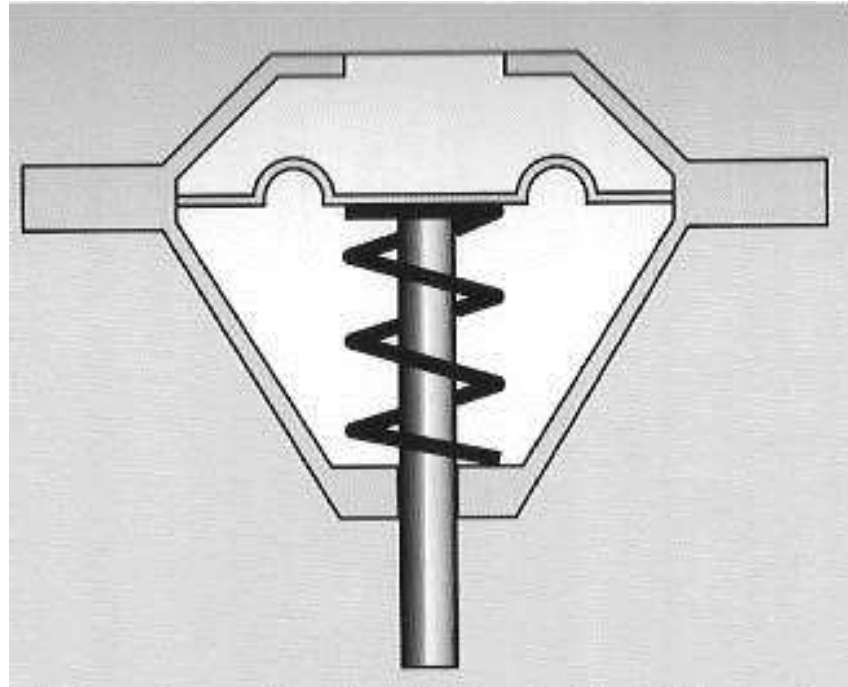


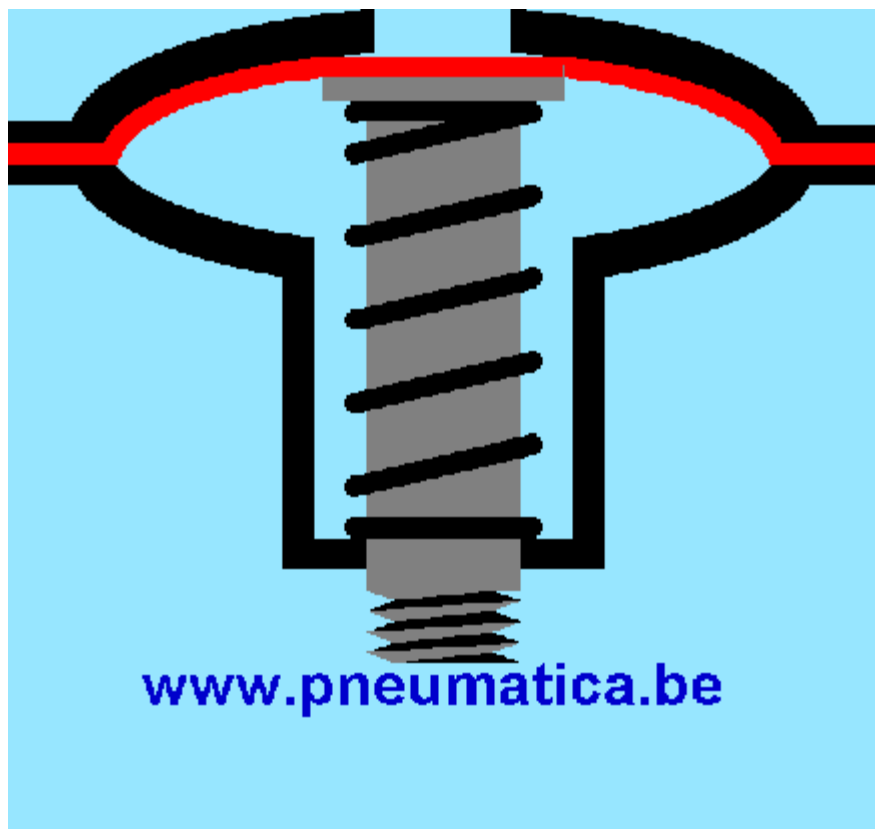




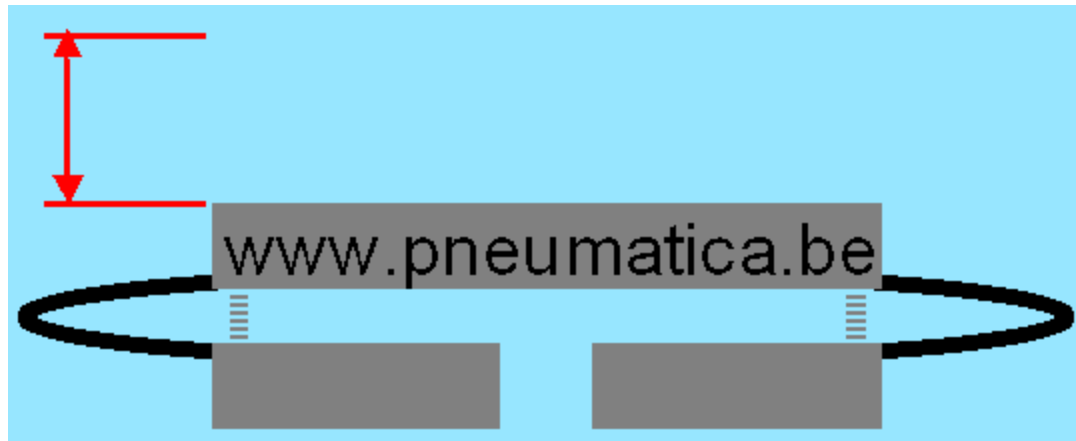


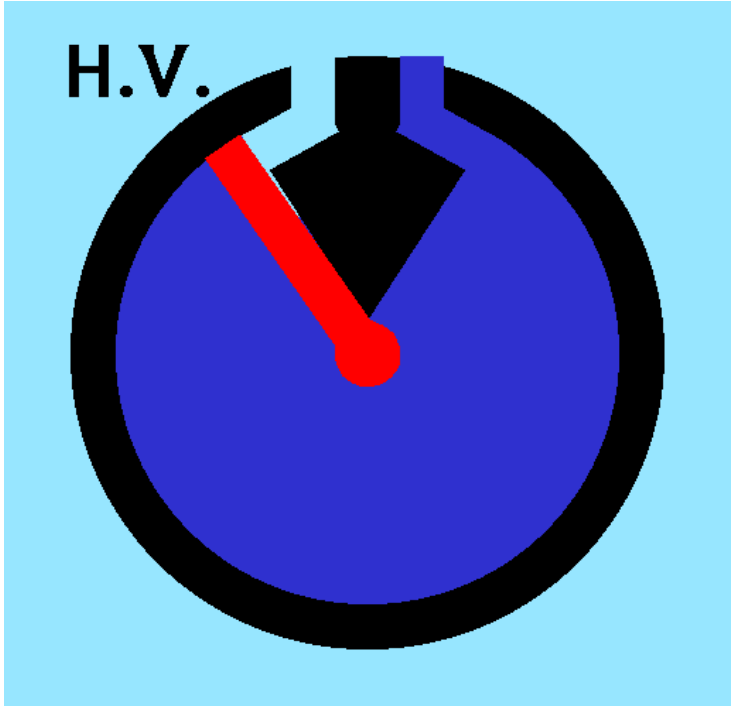
www.pneumatica.be

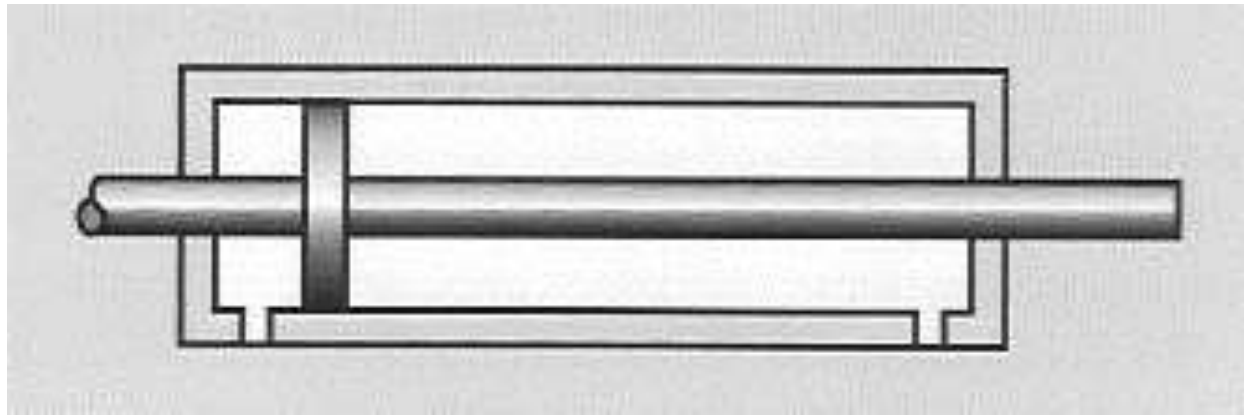


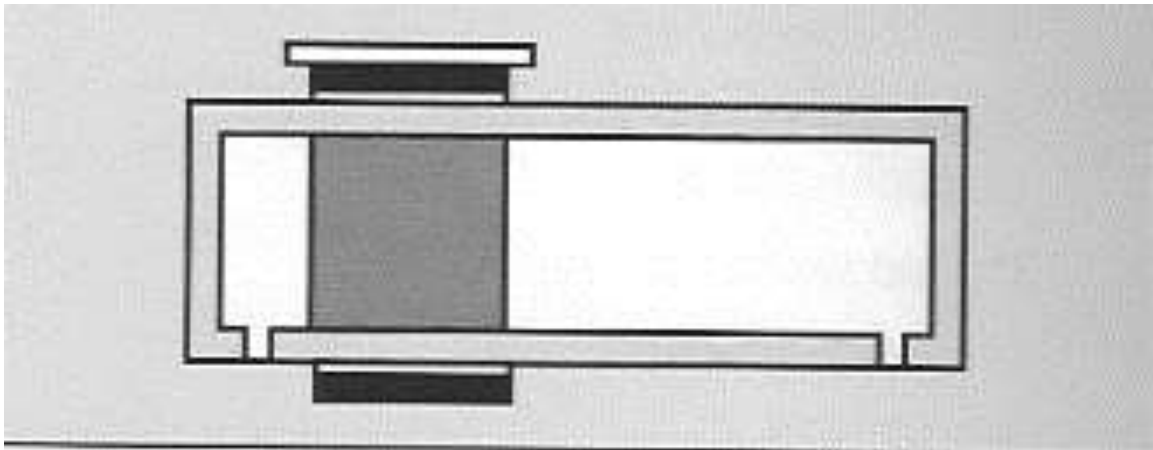


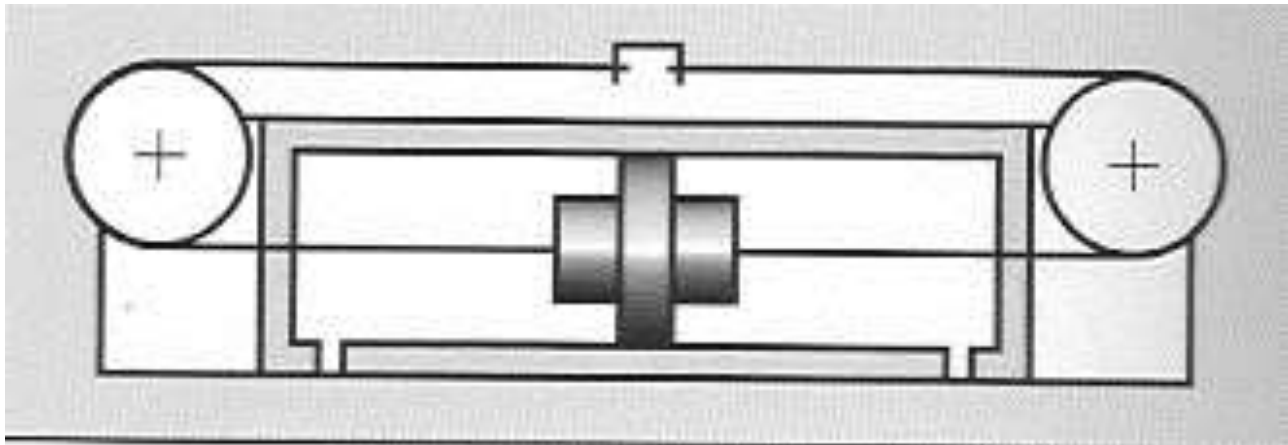
www.pneumatica.be

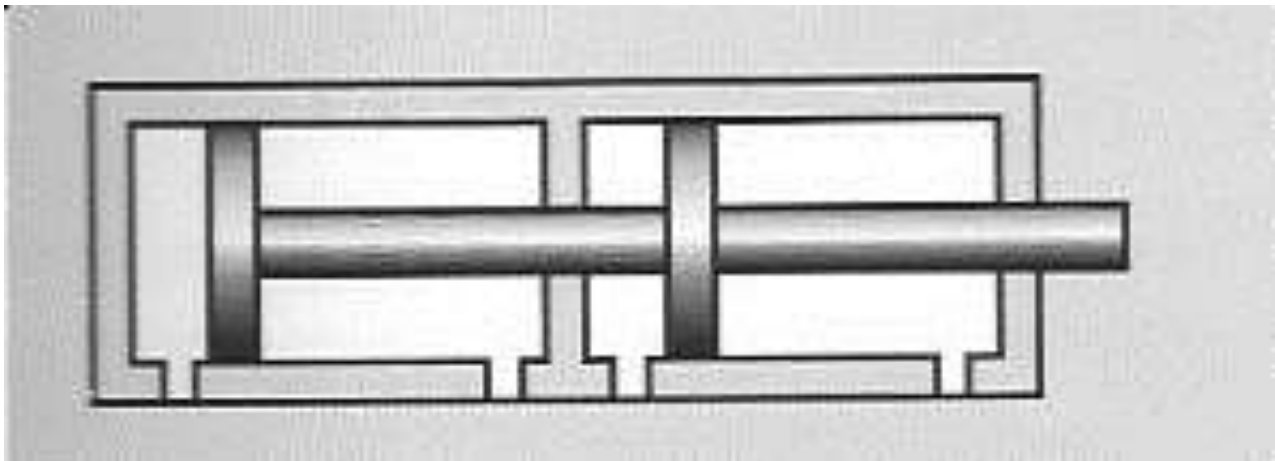


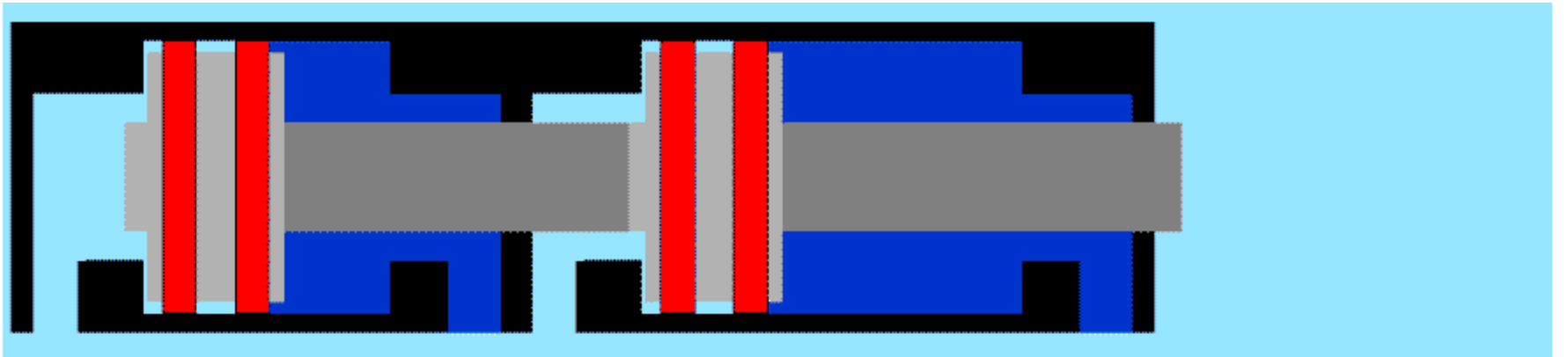


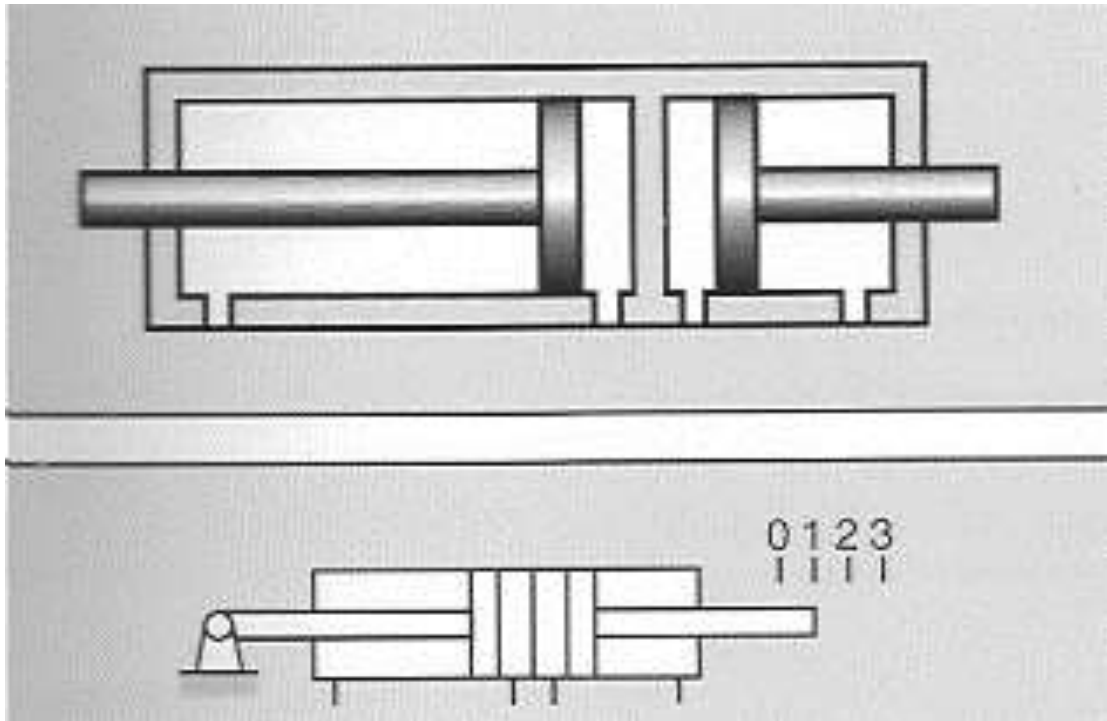


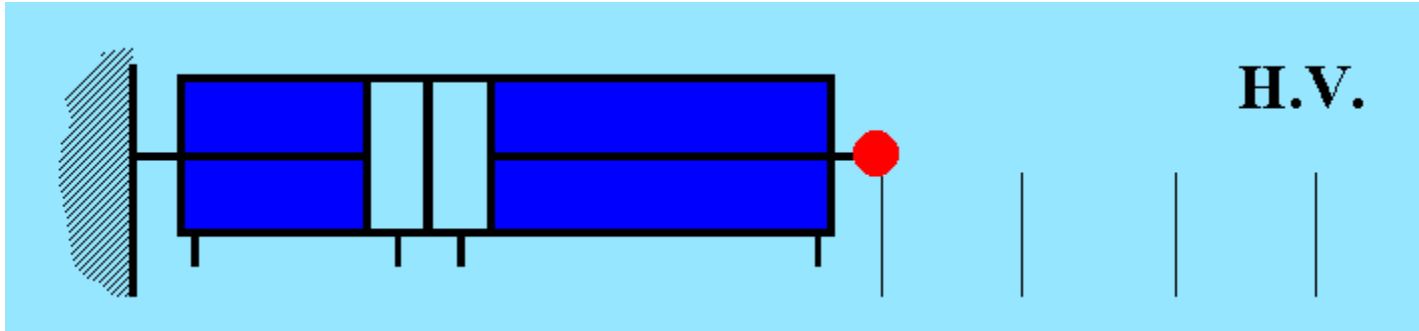


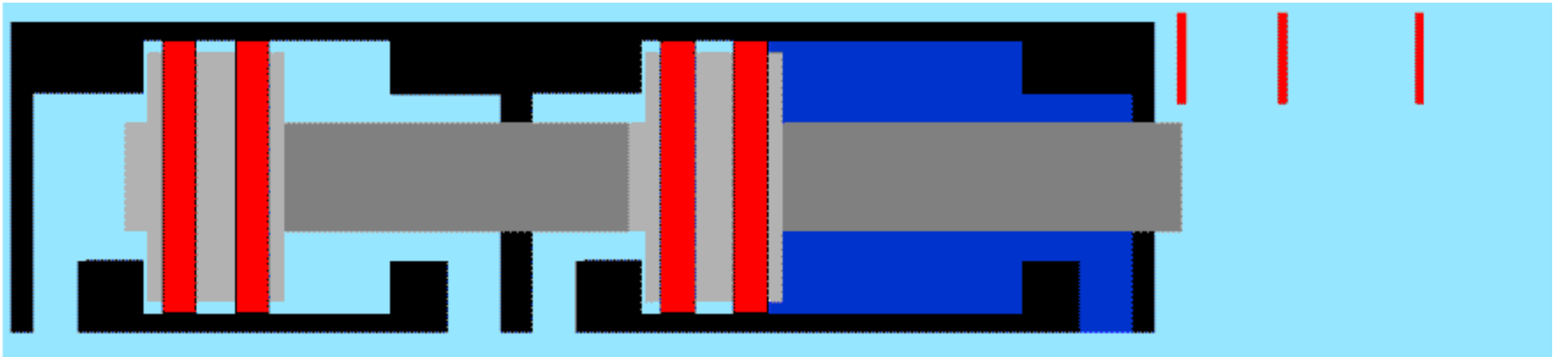


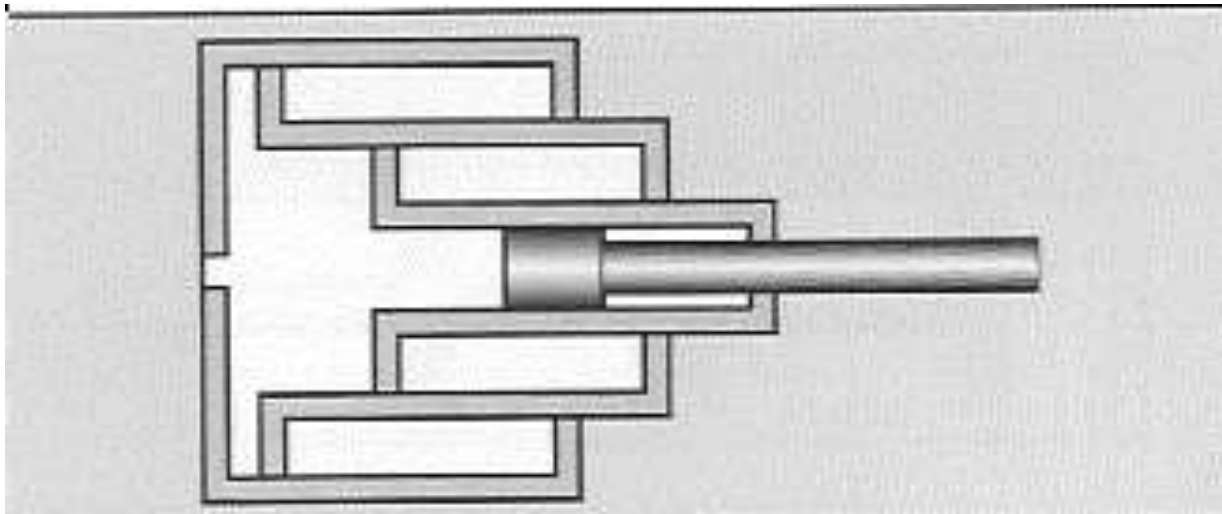


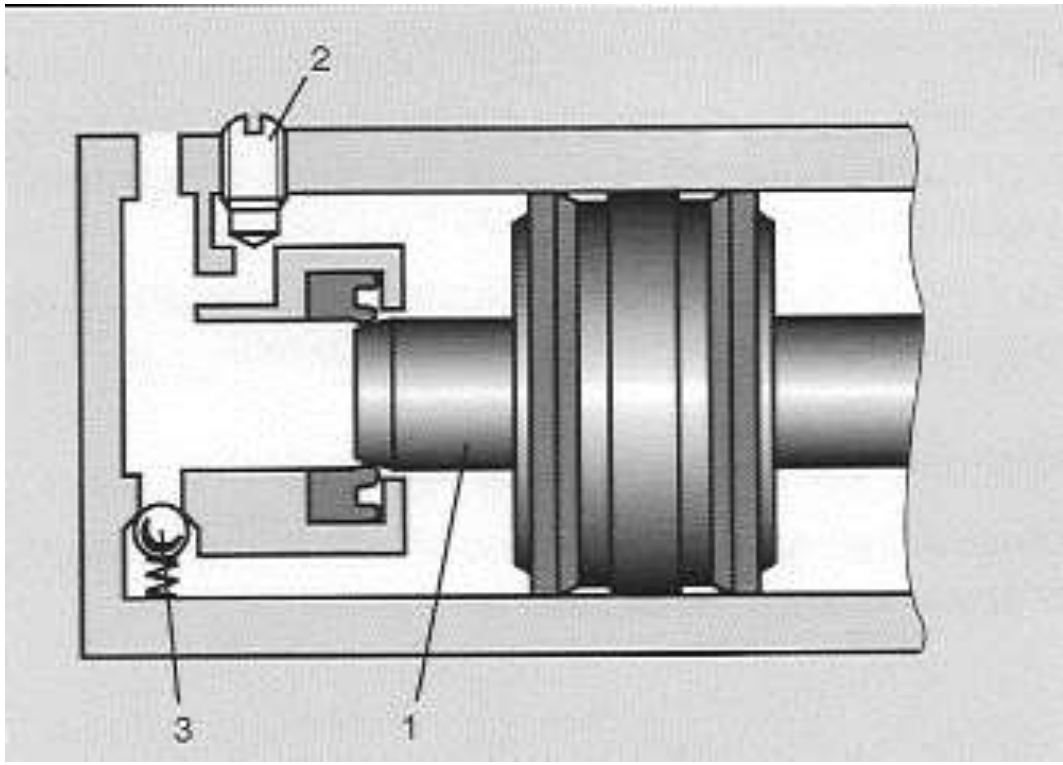


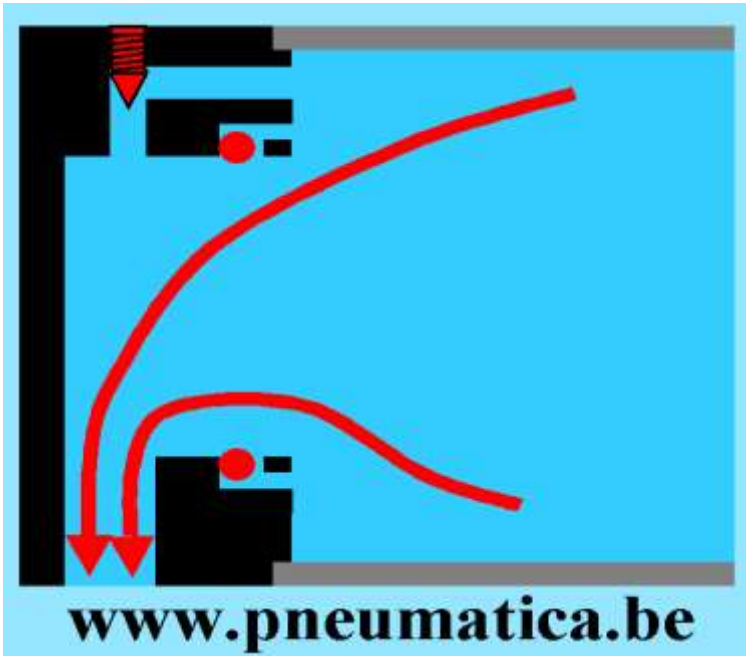












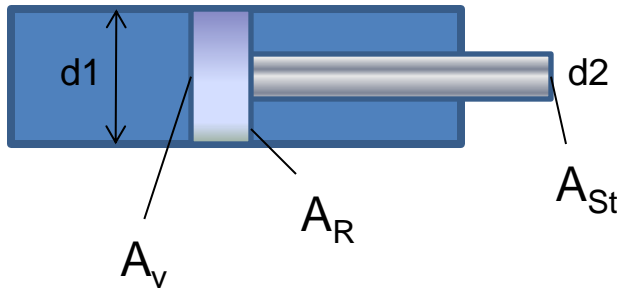
Cylinder diameter mm	25	32	40	50	63	80	100	160	200
Cushioning capacity (Joule)	0,8	2,6	7	14	36	60	100	270	440

$$F_V = p \cdot A_V = p \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$$

$$F_R = p \cdot A_R = p \cdot \frac{(d_1^2 - d_2^2) \cdot \pi}{4}$$

$$V_B = (A \cdot h + V_T) \cdot n$$

$$V_0 = V_B \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_1}$$



h = διαδρομή
 p_1 = πίεση λειτουργίας
 p_0 = ατμοσφαιρική πίεση
 V_T = παραμένων όγκος
 n = διαδρομές ανά λεπτό.

Piston dia. in mm	Effective piston area A		Working pressure in bar										
	for	cm ²		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	Push	9.04	F_D	4	12	20	28	36	44	52	60	68	76
	Pull	6.91	q_z	0.016	0.024	0.032	0.04	0.048	0.056	0.064	0.072	0.08	0.088
40	Push	12.56	F_D	5	19	31	44	56	69	81	94	106	119
	Pull	10.02	q_z	0.025	0.038	0.05	0.063	0.076	0.088	0.1	0.113	0.126	0.138
50	Push	19.63	F_D	8	32	52	71	91	110	130	150	169	189
	Pull	17.06	q_z	0.039	0.059	0.079	0.098	0.118	0.137	0.157	0.177	0.196	0.216
63	Push	31.16	F_D	12	48	78	108	138	168	198	228	258	288
	Pull	27.26	q_z	0.062	0.092	0.125	0.156	0.187	0.218	0.249	0.28	0.312	0.343
80	Push	50.24	F_D	18	72	116	160	204	248	292	336	380	424
	Pull	46.44	q_z	0.093	0.139	0.196	0.252	0.309	0.365	0.422	0.478	0.535	0.592
100	Push	78.50	F_D	28	112	180	256	332	408	484	560	636	712
	Pull	71.44	q_z	0.157	0.236	0.314	0.382	0.471	0.549	0.628	0.706	0.785	0.862
125	Push	122.66	F_D	45	180	292	404	516	628	740	852	964	1076
	Pull	115.58	q_z	0.245	0.358	0.48	0.613	0.736	0.859	0.981	1.104	1.226	1.349
160	Push	200.96	F_D	72	288	464	640	816	992	1168	1344	1520	1696
	Pull	186.40	q_z	0.402	0.603	0.804	1.005	1.206	1.407	1.608	1.809	2.01	2.211
200	Push	314.00	F_D	112	448	712	976	1240	1504	1768	2032	2296	2560
	Pull	301.44	q_z	0.603	0.904	1.206	1.507	1.809	2.11	2.412	2.713	3.014	3.315
250	Push	490.63	F_D	180	720	1116	1512	1908	2304	2700	3096	3492	3888
	Pull	471.00	q_z	0.981	1.473	1.964	2.455	2.946	3.437	3.928	4.419	4.91	5.401
320	Push	804.30	F_D	288	1152	1800	2448	3096	3744	4392	5040	5688	6336
	Pull	776.00	q_z	1.55	2.3	3.1	3.9	4.7	5.4	6.2	7	7.75	8.58

F = Piston force in daN (kp)

p = Working pressure in bar

D = Piston diameter in cm

d = Piston rod diameter in cm

f = Friction force in daN (kp)

Q = Air consumption in NL/min

H = Stroke in cm

q_0 = Air consumption per cm stroke in the direction outstroke in NL

q_z = Air consumption per cm stroke in the direction instroke in NL

n = Number of double strokes per minute

Piston force F

Push (outstroke)

$$F_D = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot p - R$$

Pull (instroke)

$$F_2 = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot p - R$$

Air consumption Q

(per double stroke, in- and out-stroke)

$$Q = H \cdot (q_0 + q_z) \cdot n \text{ in NL/min}$$