



PNEUMATIKA ALAPJAI

- előadás vázlat -

I. rész – A sűrített levegő fizikája



Forrás: www.metalwork.it; Szerző: Koltai Attila; elérhetőség: www.entra-sys.hu

A pneumatika

- gázok mechanikájával foglalkozó tudományág.

Neve a görög **pneuma** szóból származik, melynek jelentése szél, levegő.

Levegő – sűrített levegő.

Elvileg lehet más, speciális gáz is...

Levegő – sűrített levegő

A levegő a Földet körülvevő **gázok** elegye.

A **légekör** főbb alkotórészei:

nitrogén 78,09%,

oxigén 20,93% és

egyéb (nemes)gázok 0,002%-a

(+ nyom gázok ; vízgőz ; stb.)

A melegedéssel együtt a légekör pára-kapacitása növekszik.

Tiszta állapotban színtelen, szagtalan.

Sűrűsége:

0 °C-on (101 325 Pa nyomáson) $\rho = 1,2928 \text{ kg/m}^3$

Levegő felhasználása

emberi "fogyasztás"

Az ember tág határok között képes belélegezni, alkalmazkodik a rosszhoz is.

gépek működtetése

A gépek viszont "érzékenyek"

- magas bekerülési költség
- magas üzemeltetési költség
- érzékeny a szennyeződésekre
- kopik, tönkremegy
- karbantartás (javítás) igényes

Sűrített levegő jellemzői



A s. levegő előnyös tulajdonságai:

Környezetünkben "korlátlanul" rendelkezésre áll.

Normál állapotban veszélytelen
emberre és környezetre.

Összenyomhatóság, kompresszibilitás
alkalmas **energia tárolásra, szállításra.**

Egyszerűen készíthető lineáris v. forgó mozgás.

Biztonsággal alkalmazható RB-s területeken.

Rugalmasan, túlterhelhető.

Sűrített levegő jellemzői



... előny még:

Könnyen szabályozható a sebesség és az erő.
Vezérelhető kézzel, pneumatikus logikával és elektromos szelepeken keresztül PLC-vel.

A sűrített levegős gépek teljesítménysúlya jobb.

Hátrányos tulajdonságok:

Rossz összhatásfok

Az összenyomhatóság miatt a pozicionálás és a helyzettartás bonyolult.

Sűrített levegő jellemzői



Fizikai jellemzők:

mértékegység:

Szennyezettsége: por, rozsdá, olaj [μm]

Páratartalma: vízpára [%]

Nyomása: jele: p [bar]

Abszolút vákuum **0bar**, légköri nyomás **~1bar**, mért nyomás **_ bar**

Manométeren leolvasható, relatív nyomás: (_ bar) – (légköri nyomás)

Abszolút nyomás: (_ bar) – (abszolút vákuum)

Térfogatárama: jele: Qv [m³/min]

[l/min]

[NI / min], normál állapotra vonatkoztatott térfogatáram

Tömegáram: jele: Qm [kg/min]

Bemenő nyomás: egy pneumatikus elem bemeneti oldalára csatlakoztatott nyomás

Kilépő nyomás: egy pneumatikus elem kimenetén mérhető nyomás

A bemenő és kilépő nyomás különbsége a **nyomásesés - Δp** , mely függ:

- az áramlás sebességétől
- a nyomástól (sűrűség)
- az áramtér alakjától
- az áramtér falának felületétől

A **nyomásesés - Δp** , jellemzi egy pneumatikus elem áramlási veszteségeit.

Normál állapot - N



Normál állapot – Szabványos nyomás és hőmérséklet

STP, azaz: Standard condition for Temperature and Pressure)

20 °C ; 1bar
(50% rel. Páratartalom)

Ipari és kereskedelmi áramlásmérés és fogyasztásmérés szükségessé teszi a referencia feltételek félreértésmentes megadását.

Ezt sok gép- és berendezés gyártó reklámozásnál figyelmen kívül hagyja vagy félreérthetően adja meg!

Normál állapot – N

A légtartály
"üresen":

$$p = 1 \text{ bar}$$

a tartály
térfogata:

$$V = 1000 \text{ liter}$$



A légtartály
"nyomás alatt":

$$p' = 10 \text{ bar}$$

a tárolt sűrített
levegő térfogata:

$$V' = 10.000 \text{ N liter}$$

A sűrített levegő (minden gáz) a rendelkezésre álló teret egyenletesen kitölti

Gázokban a nyomás a tér minden irányában egyenletesen terjed.

Térfogatáram Normál állapotra vonatkoztatva:

~ az időegység alatt átáramló levegő mennyisége
Normál állapotra számolva.

Az áteresztett térfogatáram jellemzi egy pneumatikus gép teljesítményét:

Kompresszor:

- Előállított sűrített levegő:

Üzemi nyomás: pl. 10bar

Szállítás: pl. 500NI/min

Fogyasztó:

- Felhasznált sűrített levegő:

$p_{\max} = 10 \text{ bar}$

Áteresztés: 500NI/min
($\Delta p = 0.5 \text{ bar}$ nyomás-
esés mellett)

TABLE 7 - VOLUME FLOW UNIT CONVERSION FACTORS

- Térfogatáram egységek átváltása:

To obtain volume flow for the following units, multiply the number given for the source units by the coefficient shown.

Source units	m ³ /s	l/s	cm ³ /s	m ³ /h	m ³ /min	l/h	l/min	ft ³ /min (scfm)	gallone/min UK	gallone/min USA
m ³ /s	1	10 ³	10 ⁶	3600	60	3.6·10 ³	60·10 ³	2.1188·10 ³	13.198·10 ³	15.850·10 ³
l/s	10 ⁻³	1	10 ³	3.6	60·10 ⁻³	3.6·10 ³	60	2.1188	13.198	15.850
cm ³ /s	10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	3600·10 ⁻⁶	60·10 ⁻⁶	3.6	60·10 ⁻³	2.1188·10 ⁻³	13.198·10 ⁻³	15.850·10 ⁻³
m ³ /h	0.277778·10 ⁻³	0.27778	0.277778·10 ³	1	16.667·10 ⁻³	10 ³	16.667	0.58856	3.6661	4.4028
m ³ /min	16.667·10 ⁻³	16.667	16.667·10 ³	60	1	6·10 ⁴	10 ³	35.313	219.97	264.17 ⁻³
l/h	0.27778·10 ⁻⁶	0.27778·10 ⁻³	0.27778	10 ⁻³	16.667·10 ⁻⁶	1	16.667·10 ⁻³	0.58856·10 ⁻³	3.6661·10 ⁻³	4.4028·10 ⁻³
l/min	16.667·10 ⁻⁶	16.667·10 ⁻³	16.667 ⁶	60·10 ⁻³	10 ⁻³	60 ⁻³	1	35.313·10 ⁻³	219.97·10 ⁻³	264.17·10 ⁻³
ft ³ /min	0.47195·10 ⁻³	0.47195	0.47195·10 ³	1.6990	28.317·10 ⁻³	1.6990·10 ³	28.317	1	6.2288	7.4804
UK gallon/min	75.768·10 ⁻⁶	75.768 ⁻³	75.768	0.27276	4.5461·10 ⁻³	272.76	4.5461	0.16054	1	1.2009
US gallon/min	63.090·10 ⁻⁶	63.090·10 ⁻³	63.090	0.22712	3.7854·10 ⁻³	227.12	3.7854	0.13368	0.83266	1

TABLE 8 - RECOMMENDED FLOW RATE

- Ajánlott térfogatáram értékek:

Maximum recommended flow rate in Nl/min for pneumatic circuit piping. Flow rate values are calculated as follows:

- pipes Ø 2 to Ø 12 with a pressure drop equal to 0.3% of operating pressure per metre of pipe.
- pipes Ø 15 to Ø 40 with a pressure drop equal to 0.15% of the operating pressure per metre of pipe.

Pressure bar	Inside diameter in mm - Nominal diameter in gas inches										
	Ø 2	Ø 4	1/8" Ø 6	1/4" Ø 8	3/8" Ø 10	Ø 12	1/2" Ø 15	3/4" Ø 20	1" Ø 25	1 1/4" Ø 32	1 1/2" Ø 40
2	3,5	19	53	110	190	300	370	750	1350	2500	4300
4	6,2	35	97	200	350	550	700	1400	2400	4500	7800
6	9	50	140	290	500	800	1000	2000	3500	6500	11500
8	11,8	66	185	380	660	1050	1300	2600	4500	8500	15000
10	14,5	82	230	470	820	1300	1600	3250	5700	10500	18500

Állapotváltozások:

Térfogat változás állandó hőmérsékleten:

sűrítés – tágulás (állandó hőmérséklet mellett)

$$p \times v = \text{állandó}$$

Hőmérséklet változás állandó nyomáson:

hevítés – hűtés (elmozduló dugattyú)

$$V / T = \text{állandó}$$

Hőmérséklet változás állandó térfogaton :

hevítés – hűtés (fix dugattyú)

$$p / T = \text{állandó}$$

Állapotváltozásokat leíró egyenletek:

$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$ Boyle törvénye – azonos hőmérsékleten

p – nyomás [bar]

V – térfogat [m³]

~ a nyomás és a térfogat szorzata állandó vagy másképpen: a nyomás változása azonos hőmérsékleten egyenesen arányos a térfogat változással

$V_1 : V_2 = T_1 : T_2$ Gay-Lusac törvénye

$p_1 : p_2 = T_1 : T_2$ T – hőmérséklet [K°]

~ a hőmérséklet növelésével, azonos nyomáson egy gáz térfogata egyenes arányban növekszik

~ hőmérséklet növelésével, azonos térfogaton egy gáz nyomása egyenes arányban növekszik

Állapotváltozások a gyakorlatban.

Egyesítve a két gáztörvényt:

$$\frac{p_1 \times V_1}{T_1} = \frac{p_2 \times V_2}{T_2}$$

Sűrítés – **kompreszió** vagyis a térfogat csökken

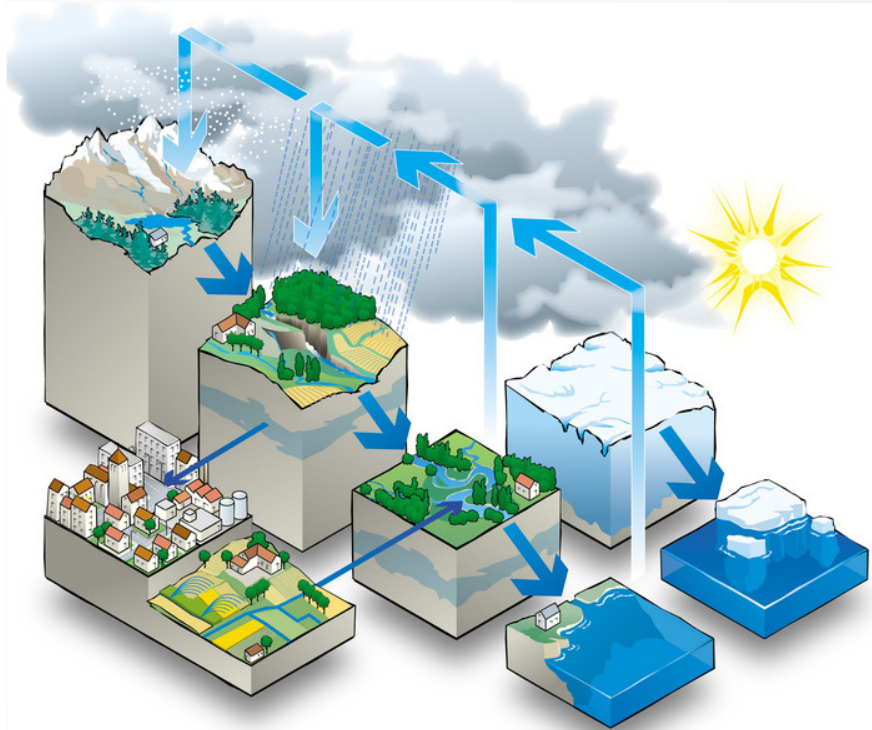
a nyomás növekszik
a hőmérséklet növekszik

Tágulás – **expanzió** vagyis a térfogat nő

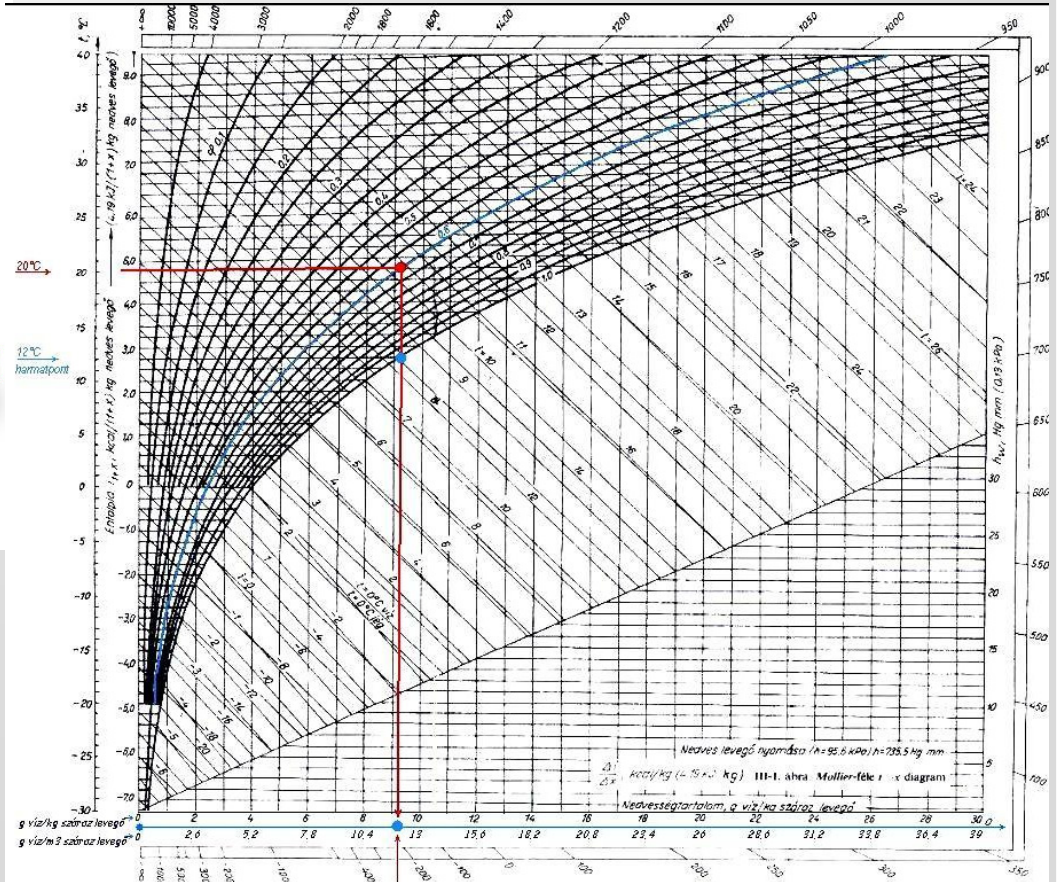
a nyomás csökken
a hőmérséklet csökken

Sűrített levegő fizikája

Nedvesség a sűrített levegőben:



Mollier-féle víz - vízgőz diagram:



Harmatpont [$^\circ\text{C}$]

Sűrített levegő fizikája

Nedvesség a sűrített levegőben:

TABLE 6 - CONTENT OF WATER VAPOUR IN SATURATED COMPRESSED AIR - **Vízgőz tartalom a s.levegőben**

Grams of water vapour per cubic metre (g/m^3) of air at ambient atmospheric pressure 1.013 bar (0 bar gauge pressure), saturated and compressed at the given pressures and temperatures.

Temperature °C	Pressure - bar												
	0	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3	8	10	12,5	16	20
0	4.82	3.45	2.97	2.42	1.87	1.39	0.97	0.67	0.54	0.44	0.36	0.29	0.23
5	6.88	4.93	4.24	3.46	2.68	1.99	1.39	0.95	0.77	0.63	0.52	0.41	0.33
10	9.41	6.74	5.80	4.73	3.66	2.72	1.90	1.30	1.06	0.87	0.70	0.56	0.45
15	12.7	9.08	7.83	6.39	4.94	3.67	2.56	1.76	1.43	1.17	0.95	0.76	0.61
20	17.4	12.5	10.7	8.75	6.77	5.02	3.51	2.41	1.95	1.60	1.30	1.04	0.84
25	23.6	16.9	14.6	11.9	9.18	6.82	4.77	3.27	2.65	2.17	1.77	1.40	1.14
30	30.5	21.8	18.8	15.3	11.9	8.81	6.16	4.22	3.43	2.81	2.29	1.81	1.47
35	39	27.9	24	19.6	15.2	11.3	7.87	5.40	4.38	3.59	2.92	2.32	1.88
40	49.6	35.5	30.6	24.9	19.3	14.3	10	6.87	5.57	4.55	3.72	2.95	2.39
45	63.5	45.45	39.2	31.9	24.7	18.3	12.8	8.79	7.13	5.84	4.76	3.77	3.06
50	81	58	49.9	40.7	31.5	23.4	16.4	11.2	9.10	7.45	6.07	4.82	3.90

Nedvesség a sűrített levegőben:

Sűrítés – **kompreszió** vagyis a térfogat csökken

a nyomás növekszik

a hőmérséklet növekszik

környezeti, páras levegőt sűrít !

oldott vízgőzgént van jelen
csak szűréssel nem eltávolítható!

Tágulás – **expanzió** vagyis a térfogat nő

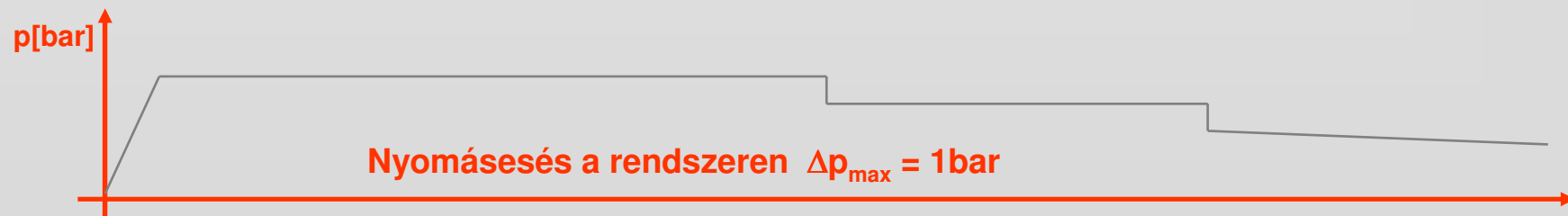
a nyomás csökken

a hőmérséklet csökken

pára kiválás kezdődhet (!)

Sűrített levegő ellátó rendszer

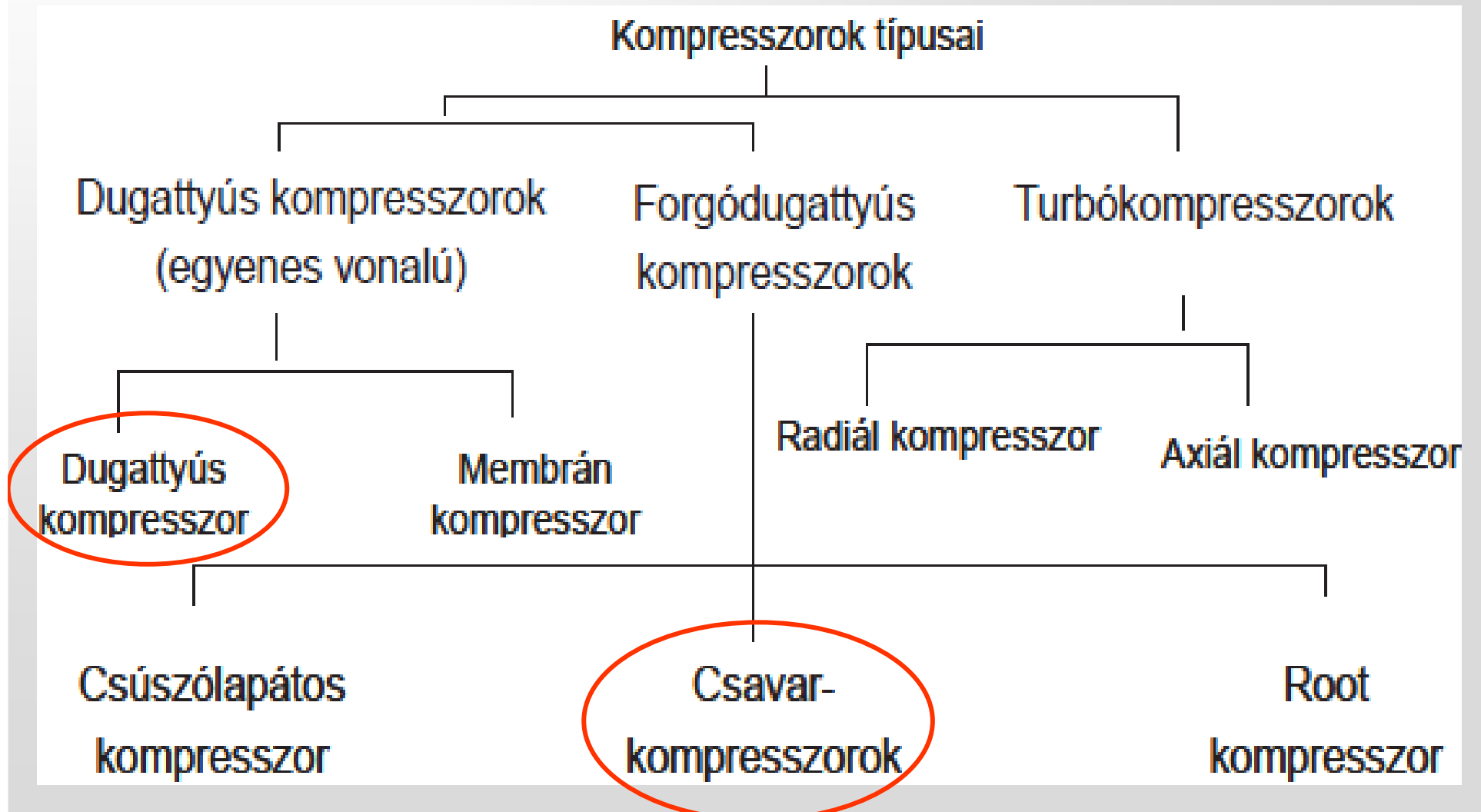
- 1 - előállító rendszer
- 2 - kezelő rendszer
- 3 - elosztó rendszer
- 4 - felhasználás



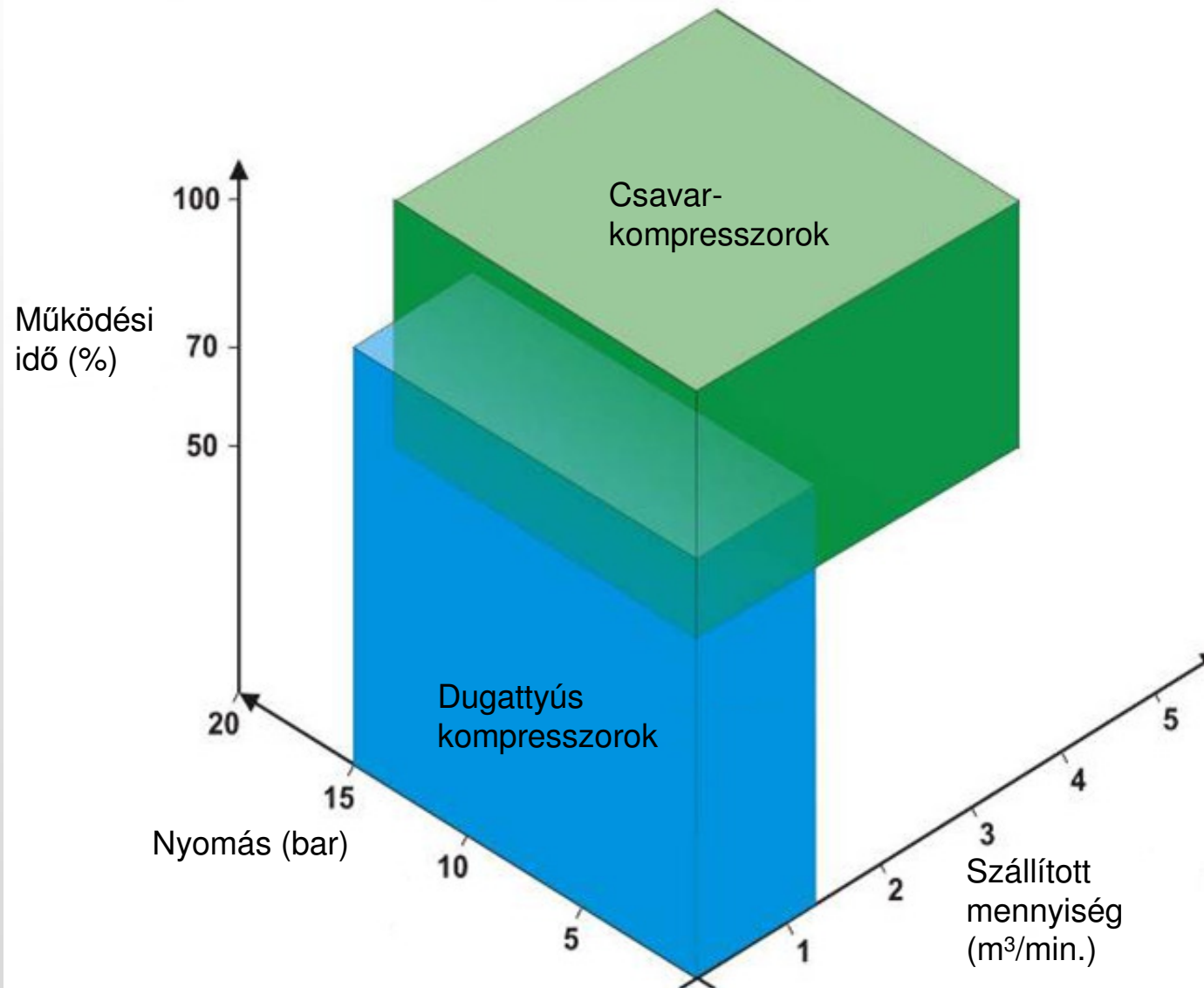
Sűrített levegő előállítása



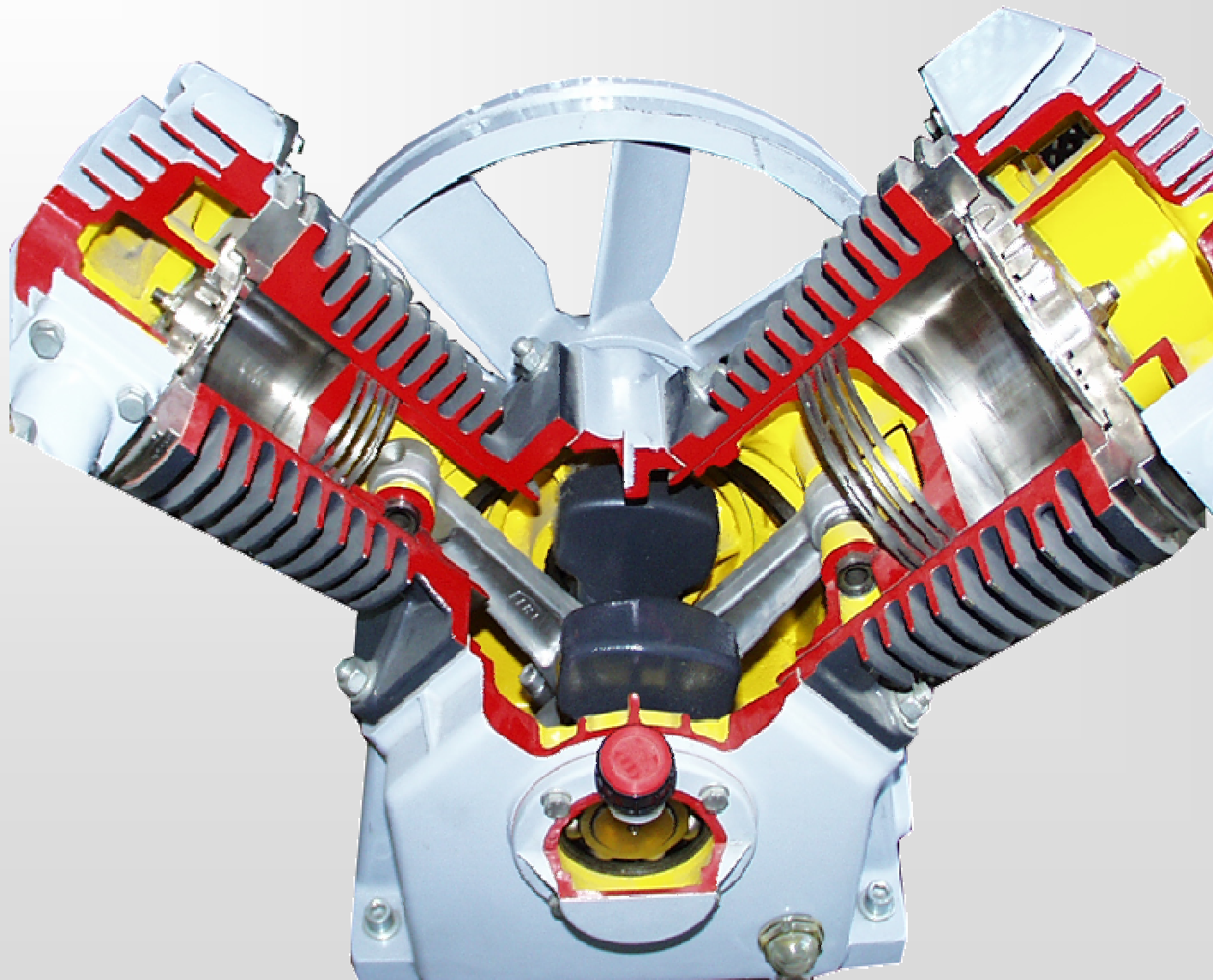
Levegő (vagy gáz) sűritése



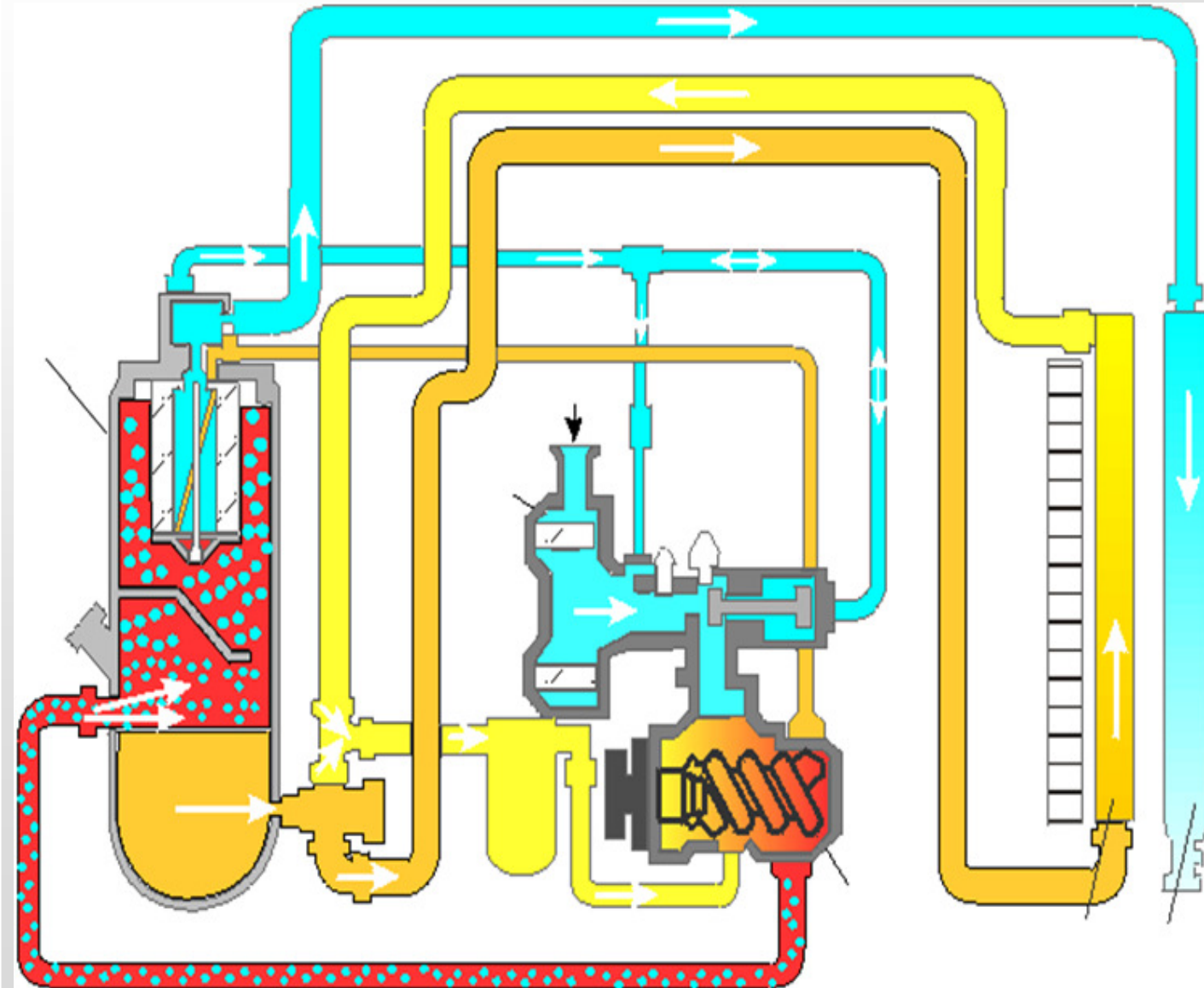
Kompresszorok alkalmazási területe



Dugattyús kompresszor (kétfokozatú)



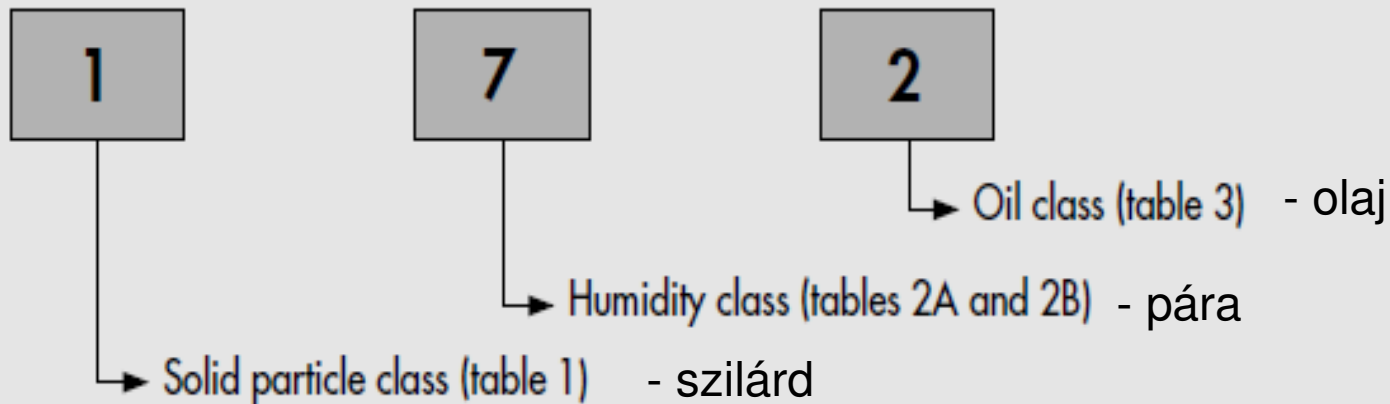
Csavarkompresszor



Sűrített levegő minősége

The ISO 8573-1 standard establishes the level of air quality in terms of solid particles, humidity and oil concentration.

Example:



Sűrített levegő minősége



TABLE 1 - SOLID PARTICLE CLASSES - Szilárd részecske osztályozás

Class	Maximum number of particles for m ³				Particle size μm	Concentration mg/m ³
	Particle size, d μm					
	≤ 0.10	0.10 < d ≤ 0.5	0.5 < d ≤ 1.0	1.0 < d ≤ 5.0		
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class				Not applicable	Not applicable
1	Not specific	100	1	0		
2	Not specific	100000	1000	10		
3	Not specific	Not specific	10000	500		
4	Not specific	Not specific	Not specific	1000		
5	Not specific	Not specific	Not specific	20000		
6	Not applicable				≤ 5	≤ 5
7	Not applicable				≤ 40	≤ 10

TABLE 2A - HUMIDITY CLASSES - Nedvesség osztályozás / harmatpont:

Class	Pressure dewpoint °C
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1
1	≤ -70
2	≤ -40
3	≤ -20
4	≤ +3
5	≤ +7
6	≤ +10

Sűrített levegő minősége

TABLE 2B - HUMIDITY CLASSES - Nedvesség osztályozás

Class	Concentration of liquid water, C_w g/m^3
7	$C_w \leq 0.5$
8	$0.5 < C_w \leq 5$
9	$5 < C_w \leq 10$

TABLE 3 - OIL CLASSES - Olaj osztályozás

Class	Oil concentration (aerosol, liquid, vapour) mg/m^3
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1
1	≤ 0.01
2	≤ 0.1
3	≤ 1
4	≤ 5

Sűrített levegő szennyezői:



Szilárd:

por, rozsdá, kopadék - kopást, lerakódást okoz
- **szűréssel eltávolítható**

Vízpára:

- korróziót okoz
- emulziót képez, kimossa a kenőanyagokat, nagyobb súrlódást, kopást okoz.
 - **páraelnyelő anyaggal** – adszorpció
 - **hidegponton** – hűtveszárítóval leválasztható

Olaj: (maradék kompresszor olaj):

- emulziót képez, kimossa a gyári kenő zsírokat,
- káros lehet a tömítések anyagára - compatibility

Sűrített levegő előkészítő rendszer



hűtveszárító



adszorpciós szárító

Kondenz
leválasztó



Olaj - víz
szétválasztó



szűrő

Elvek - "Ökölszámok"



- Nyomásveszteség a teljes rendszeren
ne haladja meg az **1bar-t!**
- Az áramlási sebesség 5 és **10m/sec** közé essen!
- A tartálynyomás és a hálózati nyomás között
nyomás különbség kell legyen!
- **6.5W** szükséges 1 NI/min sűrített levegő
előállításához!
- Egy 2mm-es furaton 220NI/min levegő szökik el,
ez **1.430W** villamos teljesítménynek fele meg!

Köszönjük figyelmüket!



**Hamarosan folytatjuk.
Számítunk észrevételeikre!**

www.entra-sys.hu

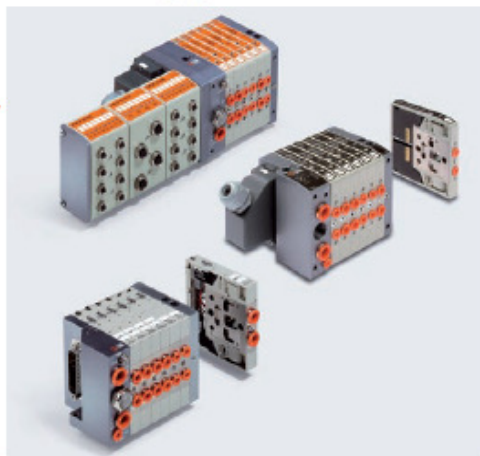


IGÉNYEIHEZ IGAZODVA...

tervezés • gyártás • termékek • szolgáltatás

Pneumatika

AUTHORISED DEALER
**METAL
WORK**
PNEUMATIC



Vákuumtechnika

MORALI
VACTEC SYSTEMS

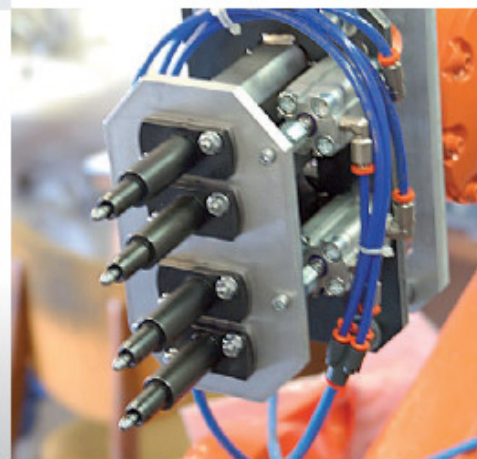


Aluprofilok Gépépítő elemek Szállító pályák



Célgépek

ES ENTRA-SYS KFT
Kereskedelmi és Szolgáltató Mérnök Kft.



Kizárólagos képviselet:

ES ENTRA-SYS KFT
Kereskedelmi és Szolgáltató Mérnök Kft.

cím H-6724 Szeged,
Bakay N. u. 24.
tel. +36 62 468 478
fax +36 62 421 403
entra-sys@vnet.hu
www.entra-sys.hu

Cégünk ipari üzemek és a termelő kisvállalkozások műszaki problémáinak megoldására alakult 1994-ben. Munkánkkal a hidraulika, pneumatika, vákuumtechnika és a gépépítés területein nyújtunk segítséget a műszaki berendezéseket gyártó, üzemeltető vagy javító – karbantartó szakembereknek.

... NAP MINT NAP!