

1. Pneumatika alapfogalmak

Mi a pneumatika?

A nagynyomású, gázhalmazállapotú közegek műszaki alkalmazásokra felhasználó tudományága. Mivel a pneumatikus eszközök sűrített levegővel működnek, ezért a továbbiakban úgy definiálnám, hogy **a pneumatika sűrített levegős technológia**.

Az ipar főleg automatizálási célokra használja a sűrített levegős technológiát. Ezzel kapcsolatosan **pneumatikáról** vagy **pneumatikus rendszerekről** beszélhetünk.

Számunkra a pneumatika a sűrített levegővel történő vezérlést és erőátvitelt fogja jelenteni.

A pneumatika előnyei, hátrányai

A pneumatikus rendszereknek **számos előnye van**, amelyek közül általánosságban véve a legfontosabbak:

- az energiaforrás, vagyis a sűrített levegő a környezetünkből származik, amely korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre
- használat után a sűrített levegő visszanyeri eredeti állapotát, anélkül, hogy bármi változáson menne keresztül
- a sűrített levegő rugalmas, ezért lengés- és vibráció-csillapításnál, rugózásnál előnyösen alkalmazható
- a sűrített levegő csővezetéseken keresztül gyorsan szállítható anélkül, hogy jelentős veszteségek lépnének fel
- felhasználható olyan területeken is, ahol fokozott a tűz- és robbanásveszély
- a nyomás-, és mennyiség szabályozásnak köszönhetően az energiaátvitel tág határok között szabályozható
- a pneumatikus elemek könnyen szerelhetők, karbantarthatók, működésük megbízható

Az előnyök mellett a **legjellemzőbb hátrányokkal** is szembesülnünk kell:

- a sűrített levegő – a felhasználás helyétől függően – gondos előkészítést igényel, mivel a környezeti levegő kompresszálasát követően nedvességet, valamint szilárd és légnemű szennyeződést is tartalmazhat
- a sűrített levegő előállítása a magas energiaárak, valamint a kompresszorok hatásfoka miatt viszonylag drága energiahordozó
- a levegő összenyomhatóságából adódóan nem lehet a végrehajtóelemek terhelés-független pozicionálását megvalósítani

Fizikai alapfogalmak, mértékegységek

Az SI [Mértékegységek Nemzetközi Rendszere, röviden **SI** (*Système International d'Unités*)] mértékegységrendszer számos **alap** és **származtatott mértékegységre** épül. Ezek átfogó részletezésére most nem térnek ki.

Alap mértékegységek, amelyek számunkra – a pneumatikában – érdekesek lehetnek:

- méter - **m** (*hossz*)
- kilogramm - **kg** (*tömeg*)
- másodperc - **s** (*idő*)
- kelvin - **K** (*hőmérséklet*)

Származtatott mértékegységek, amelyet tisztázunk:

- newton - **N** (*erő*)
- pascal - **Pa** (*nyomás*)

Erő

Azokat a hatásokat, amelyek a testeken alak-, vagy mozgásállapot-változásokat hoznak létre, erőhatásoknak nevezzük. Azt a fizikai mennyiséget, amely a testek közötti kölcsönhatást (erőhatást) jellemzi, erőnek nevezzük.

A fizikában az erő olyan hatás, amely egy tömeggel rendelkező testet gyorsulásra készítet.

jele: **F**

mértékegysége: **newton**

mértékegységének a jelölése: **N**

SI-ben kifejezve:

$$\frac{\mathbf{kg} \cdot \mathbf{m}}{\mathbf{s}^2} \quad (\text{kilogramm} * \text{méter} / \text{szekundum-négyzet})$$

Nyomás

A nyomás fizikai mennyiség, az anyagok egyik fizikai jellemzője, állapothatározó. **A nyomás a folyadékokban és gázokban egyformán terjed minden irányban.** A nyomást a nyomóerő (F) és a nyomott felület (A) hányadosából számítjuk ki, vagyis

$$p = \frac{F}{A}$$

jele: **p**

mértékegysége: **pascal**

mértékegységének a jelölése: **Pa**

SI-ben kifejezve:

$$\frac{\mathbf{N}}{\mathbf{m}^2} \quad (\text{newton} / \text{négyzetméter})$$

A nyomás esetén a következő többszörösüket szokás használni:

1 kPa (*kilopascal*) = 1.000 Pa

1 MPa (*megapascal*) = 1.000.000 Pa

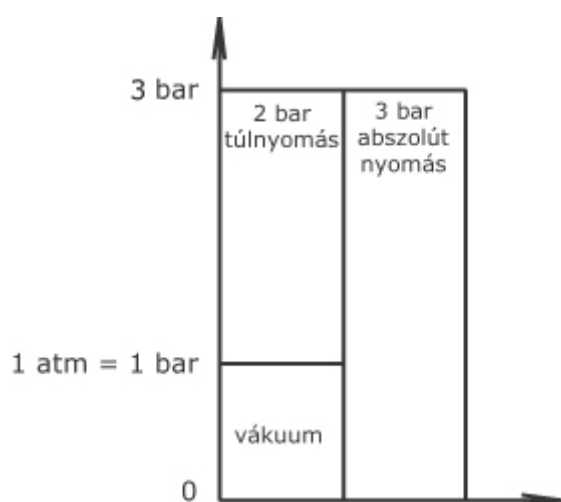
A **bar** elnevezés használata általánosan elterjedt a fluidtechnikában.
1 bar = 100.000 Pa = 0,1 MPa = **0,1 N/mm²** (*newton / négyzetmilliméter*)

Néhány országban, így például Nagy-Britanniában és az Egyesült Államokban használatos még a **psi** (*font / négyzethüvelyk*) 1 psi = 0,07 bar, kerekítve

A **normál légköri nyomás**, a tengerszintre vonatkoztatott nyomás, melynek értéke 1 atm (*atmoszféra*).

1 atm = 101.325 Pa = 1013,25 mbar (*millibar*) vagy hPa (*hektopascal*)
 Ezt a mértékegységet elsősorban a meteorológiában használják. A gyakorlatban 1 atm = 1 bar.

A **túlnyomás** a normál légköri nyomás fölötti értéket mutatja. Az **abszolút nyomás** értékébe a légköri nyomást is beleszámítjuk, tehát az abszolút nyomást 0 Pa-tól számoljuk.
 abszolút nyomás = túlnyomás + légköri nyomás.



Jelölések összefoglalása

- **p_(a)** : abszolút nyomás
- **p_(t)** : túlnyomás
- **-p_(t)** : vákuum

Példák

- 6 bar túlnyomás = 6 bar_(t)
- 7 bar abszolút nyomás = 7 bar_(a)
- 0,7 bar abszolút nyomás = 0,7 bar_(a) vagy -0,3 bar_(t)

A **túlnyomás** és a **vákuum** elnevezés arra utal, hogy a nyomás nagyobb vagy kisebb, mint a légköri nyomás.

A vákuum minőségét osztályokra szokták bontani:

Vákuum osztályozása

Normál légköri nyomás	101325 Pa	= 1,01325 bar = 1 bar
Elő vákuum (vagy „durva vákuum”)	100 kPa ... 3 kPa	= 1 bar ... 0,03 bar
Közép vákuum	3 kPa ... 100 mPa	= 0,03 bar ... 0,001 mbar
Nagy vákuum	100 mPa ... 1 μPa	= 0,001 mbar ... 0,01 nbar
Ultra nagy vákuum	100 nPa ... 100 pPa	
Extrém nagy vákuum	< 100 pPa	
Világűr	100 μPa ... < 3 fPa	
Tökéletes vákuum	0 Pa	

A pneumatikában a **bar** mértékegység használatos. Ha nincs egyéb utalás rá, akkor **a nyomás alatt túlnyomás értendő**.

Lássuk ezt a gyakorlatban...

Számítsuk ki, hogy mekkora erőt fejt ki egy adott méretű munkahenger, adott nyomáson.

Pascal törvénye értelmében:

$$p = \frac{F}{A}$$

p: nyomás [Pa]

F: erő [N]

A: felület [m²]

Mekkora erőt fejt ki egy 40 mm átmérőjű munkahenger, 6 bar nyomáson, ha alaphelyzetéből indulva a véghelyzetbe működtetjük?

Azért hogy az értékeket mértékegység-helyesen helyettesítsük be a képletekbe, a nyomásértéket átváltjuk MPa-ba, amely nem más, mint N/mm², a hosszúságokat pedig mm-ben adjuk meg.

Munkahenger átmérője:

Amely a tulajdonképpen a munkahenger dugattyújának az átmérője:

$$d = 40 \text{ mm}$$

A munkahenger dugattyújának a felülete:

A kör területének a számítása, azaz a kör keresztmetszetű munkahenger dugattyújának a felülete:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

A képletbe behelyettesítve az értékeket:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{40(\text{mm})^2 \cdot 3,14}{4} = 1256 \text{ mm}^2$$

Üzemi nyomás:

$$p = 6 \text{ bar} = 0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A munkahenger nyomóerejének a számítása:

Pascal törvénye értelmében:

$$F = p \cdot A$$

A képletbe behelyettesítve az értékeket:

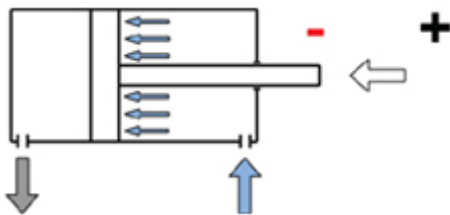
$$F = p \cdot A = 0,6 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot 1256 \text{ (mm}^2\text{)} = 753,6 \text{ N}$$

A **kiszámolt érték egy elméleti erő**. A gyakorlatban 5% veszteséggel számolhatunk, amely a súrlódást, valamint az egyéb veszteséget korigálja.

Ennek megfelelően egy 40 mm átmérőjű munkahenger, 6 bar nyomáson **megközelítőleg 716 N nyomóerőt** fejt ki, amely - gyakorlatias szemmel nézve - egy közel 73 kg-os tömeg súlyerejének felel meg.

Mekkora erőt fejt ki ugyanez a munkahenger, ha véghelyzetből alaphelyzetbe működtetjük?

Ugyanennek a munkahengernek a **húzóereje kisebb, mint a nyomóereje**, mivel a dugattyúrúd által lefedett területre a munkahenger dugattyúján nem hat a levegő nyomása.



A dugattyú felületének számításakor a dugattyúrúd által csökkentett felületet vesszük figyelembe.

Azaz a dugattyú által meghatározott kör területéből kivonjuk a dugattyúrúd által meghatározott kör területét.

D = dugattyú átmérője (40 mm)

d = dugattyúrúd átmérője (16 mm)

$$F = p \cdot A = p \cdot \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} - \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \right) = 0,6 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot \left(\frac{40(\text{mm})^2 \cdot 3,14}{4} - \frac{16(\text{mm})^2 \cdot 3,14}{4} \right)$$

$$F = 0,6 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot 1055,04 \text{ (mm}^2\text{)} = 633,024 \text{ N}$$

Az 5% veszteséggel való számolást követően a **munkahenger húzóereje megközelítőleg 601 N**, szemben a 716 N nyomóerővel.