

## 1. Fogalommeghatározások



1.1 ábra: Belsőégésű motor (metszet)

Az első képen egy belsőégésű motor belseje látszik. A közlekedésnek addig, amíg a villamos motor (vagy valami más) ki nem váltja, a belsőégésű motor a meghatározó hajtása. A belsőégésű motor fő alkatrészei a **hengertömb** (motorblokk) a hengerfuratokkal (égéstér), a **dugattyú** (ezen alakul át az üzemanyag kémiai energiája mozgási energiává), a dugattyúcsapszeg köti össze a dugattyút a **hajtókar**ral, ami a dugattyú egyenesvonalú alternáló mozgását a **forgattyústengely** forgó mozgásába viszi át. Az égésteret a **hengerfej** zárja le. A hengerfejben helyezkednek el a töltéscserét lehetővé tevő szelepek és a szelepek mozgását vezérlő elem (**vezérműtengely**). A hajtókart választom az első mintapéldának, amit külön a következő kép mutat.



1.2 ábra: Belsőégésű motor hajtókar

A hajtókar két furatot összekötő rúd. A kisebbik furat kapcsolódik a dugattyúcsapszeghez, a nagyobbik a hajtókarhoz. A kis furat zárt, a nagy furat általában két részre osztott, hogy fel lehessen a forgattyústengelyre szerelni. A hajtókarnek a kapcsolódó felületeinek fontosak a geometriai tulajdonságai, valamint fontos a szár hossz- és keresztirányú geometriája is, mivel itt az anyag nagy igénybevételnek kitett.

**Mérés** röviden valamilyen tulajdonság számszerűsítését jelenti, képletben:

$$\text{a mérés eredménye} = \text{mérőszám} * \text{mértékegység.} \quad (1.1)$$

A számszerűsítés (digitalizálás) a tulajdonságokat kezelhetővé teszi. A számértékek segítségével értelmezni tudunk egyenlőséget és tetszőlegesen kis különbséget. Éles határokat tudunk húzni, a számokkal a tulajdonságokat dokumentáljuk, archiváljuk, széles körben elérhetővé tudjuk tenni, a matematika fejlett eszközrendszerével fel tudjuk dolgozni a mérési eredményeket. Ha a kisszemfúratba a dugattyúcsapszeget be tudjuk szerelni, megfelelő az illesztése (nem túl szoros és nem túl laza), nem lötyög és egy elfogadható élettartamig megfelelően működik, akkor nincs szükség a mérésre. Az előbb felsorolt követelményekre – ha most összeszerelünk egy dugattyút egy hajtókarral – mérés nélkül „nem megfelelő” értékelést korábban is adhatunk, „megfelelőt” viszont legkorábban kb. 10 év múlva. Az „étel próbája az evés” és a döntő a funkció ellátása, ezeknek a funkcióknak a teljesítését mérhető műszaki követelményeken keresztül biztosítjuk. A konstruktor előírja, hogy a hajtókarfúrat henger alakú legyen (mekkora lehet az alakhibája), mekkora legyen a mérete (átmérő mérettűrése = felső határméret – alsó határméret), a hajtókarfúrat hogyan helyezkedjen el (a két furat tengelye a párhuzamostól csak egy bizonyos kis értéket térhet el: párhuzamossági hiba, valamint fontos a két furat távolsága is, ez mindkettő a helyzettűrésbe esik). Fontos a furat felületének mikrogeometriai minősége – felületi érdessége, mert ez meghatározó a működés megbízhatósága (kopás) szempontjából.

Egy hajtókarraizon nagyságrendileg 50 darab geometriai követelmény szerepel. A műszaki követelményeket számszerű formában igyekeznek támasztani, a mérések számértékeket szolgáltatnak, amiket össze tudunk hasonlítani a követelményekkel és döntést tudunk hozni az elfogadásról, vagy visszautasításról. Emellett a tulajdonságok számszerűsítése azt is lehetővé teszi, hogy tudjuk mennyire jó, vagy nem jó a vizsgált tulajdonság, mennyire van egy méret a határérték közelében.

A méréstechnikában különbséget teszünk a **vizsgálat** és a **mérés** között. A mérés számszerű eredményt ad és mindenképpen kell hozzá mérőeszköz. A hajtókarfúrat átmérőjét meg tudjuk mérni alkalmas furatmérővel (lásd következő fejezet).

A hajtókarfúrat vizsgálata történhet eszköz nélkül: pl. a furat felületének szemrevételezése, például foltosságra (az egyenetlenség vagy makro, vagy mikrogeometriai hiba). Olyan vizsgálat is van, amihez kell eszköz. Vizsgálat, ha a furatba dugós idomszert illetve osztályozzuk azt (lehetséges esetek: „alulméretes”, „tűrésben”, „túlméretes”, „alakhibás”).

A mérés alapegyenletében (1.1) a mérőszám mellett a mértékegység szerepel.” A **mértékegység** maga is egyezményesen meghatározott és elfogadott konkrét mennyiség, amellyel az ugyanazon fajtájú más mennyiségeket a mértékegységhez viszonyított nagyságuk kifejezése céljából összehasonlítjuk.” A különböző mértékegységek rendszerezésére a hivatalos mérésüggyel kapcsolatban fogunk utalni.

A mérés alapvetően meghatározó tényezőit 5 csoportba szoktuk bontani. Ezek a tényezők: a mérés tárgya, a mérőeszköz, a mérést végző személy, a környezet és a mérési módszer.

A **mérés tárgya** az a munkadarab, amire a mérés irányul, aminek a tulajdonságaira kíváncsiak vagyunk. Alapesetben 1 munkadarab méréséről van szó, de még a legegyszerűbb munkadarabnak, a csapágygolyónak is legalább 3 geometriai követelménye van (mérete, alakhibája és felületi érdessége). Kérdés, hogy a geometriai követelményeket hogyan mérjük (ki, milyen eszközzel, milyen módszerrel és milyen körülmények között) és a mérési eredményeket hogyan dolgozzuk fel, hogyan értelmezzük, hogyan jutunk a mérési eredményekből használható információkhoz.

Ha egy munkadarabban kapcsolatban több követelményről, méretről, vagy több munkadarabról van szó, akkor előfordulhat, hogy **teljeskörű vizsgálatra** van szükség, minden egyes méretet, darabot meg kell mérni. Ez a sorozatmérések kategóriája, ami nem az egyedi mérés n-szeres megismétlését, hanem minőségileg mást jelent (lásd 12. fejezet).

Ha több méret, vagy munkadarab esetén nem teljeskörű a vizsgálat, akkor **mintavételezésről** beszélünk. A mintavételezés meghatározó paraméterei a tétel nagyság (N), az alapsokaság/halmaz, amiből az n darab mintát vesszük ( $n \ll N$ ). A tételből csak a minta elemeit vizsgáljuk és a minta elemeinek vizsgálata alapján fogunk döntést hozni a teljes tételre vonatkozóan. A mintában valamennyi hibás elemet, vagy hibát fogunk találni ( $0 \leq k \leq n$ ). A mintavételezés alapján szeretnénk következtetni a tétel selejtszázalékára:  $p = M/N$  [%], ahol M a tételben levő hibás elemek száma (amit legfeljebb teljeskörű vizsgálattal tudunk biztosan megállapítani). A mintavételezés kidolgozása valószínűségszámítási módszerekkel (a Méréstechnika2 tárgy keretein belül) különféle (egyszeres és többszörös, visszatevéses és visszatevés nélküli ...) mintavételezésekre megadja a mintavételezés megbízhatóságát (operációkarakterisztikáját), vagy fordítva adott selejtszázalékhoz és megbízhatósági szinthez meghatározható a mintavételezés (tétel nagyság, mintanagyság és elfogadási határ).

A mintavételezésnek vagy olyannak kell lennie, hogy a minta képviselje a tételt (minél jobban hasonlítson rá, ne torzítsa), vagy tudatosan valamilyeneket vegyünk ki (legrosszabbak, vagy legjobbak kerüljenek a tételből a mintába).

A mintavételezésnek az a jelentősége, hogy teljeskörű vizsgálat tulajdonképpen nincs. Megmérhetjük a rendelkezésünkre álló összes hajtókar kisszemfuratának átmérőjét. Ez mégsem lesz teljeskörű mérés, mert amikor egy furatot mérünk, akkor csak véges számú mért pontból (n) következtetünk a furatra ( $N = \infty$ ). A felület alakjára és érdességére is csak véges mért pontból következtetünk. Fontos, hogy a mintavételezést helyesen végezzük és az eredményeknél szem előtt tartjuk, hogy a mintánk mennyire képviseli az alapsokaságot!

A **mérőeszközöket** – válogatás szinten – tárgyalja a következő 3 fejezet.

A **mérést végző személyt** még a messzemenően automatizált méréseknél sem lehet teljesen kiiktatni a mérésből. Ilyen automatizált mérés pl. az érdességmérés. A mérést végző személy kapcsolatba hozza a mérőeszközt a munkadarabbal, beállítja a mérőeszközön bizonyos paramétereket (mérés hossza, sebessége, mérőerő, pontsűrűség ...), majd elindítja a mérést (START). A mérést és a kiértékelést a mérőeszköz automatikusan elvégzi. Ettől függetlenül ennél a mérésnél komoly befolyásoló tényező a mérést végző személy, a mérés helyének és irányának megválasztásán keresztül. Bár a mérésekre nem alakult ki olyan szakképzés, mint a hegesztésre, forgácsolásra, szerelésre, és ezek a hegesztő, forgácsoló, szerelő szakemberek mind végeznek a munkájuk során hosszmérést, mégis vannak, és nem indokolatlanul – a nagyobb vállalatoknál – csak hosszméréstechnikával foglalkozó szakemberek. A méréshez a mérést végző személy részéről szükséges a jó látás és figyelem, a jó finommotorikus képesség („finom/érzékeny kéz”), a rendezett, kiegyensúlyozott, nyugodt természet. Kell szaktudás, a méréstechnikai módszerek és kiértékelések elsajátításához és alkalmazásához legalább közepesen fejlett szellemi képességek. Kell motiváció, mert a kedv nélkül végzett munkában nincs köszönet. Mindezek ellenére a mérés nem nehéz és veszélyes, vagy egészségkárosító munka, nők ugyanolyan jól el tudják végezni, mint férfiak, az életkornak sincs meghatározó szerepe. Mindezekkel azt szerettem volna kifejezni, hogy elvileg bárki alkalmas lehet mérések elvégzésére, de ez nem azt jelenti, hogy aki minden másra alkalmatlan, az mérni még mindig tud (nem az lesz a bíró, aki a legrosszabbul tud focizni, vagy az lesz a karmester, aki semmilyen hangszeren nem tud játszani). A mérést végző személy kulcsfontosságú tényező, akkor is, ha látszólag a mérőeszközökbe, a környezetbe, a mérési módszerekbe, vagy a munkadarabokba többejtjük a döntéshozók fektetni.

A **mérési módszer** tartalmazza – a hajtókar furatmérését véve például – hogy a mérést a mérőeszközzel a furaton hol, hányszor, hogyan végezzük el. Például ha a furatot két ponton mérő mérőórás furatmérővel végezzük, akkor a furatmérőbe melyik tapintót tesszük, milyen mérőgyűrűn, milyen gyakran kalibrálunk, a mérést a furatban milyen irányokban milyen helyeken végezzük és a kapott mérési eredményekből hogyan határozzuk meg a furat méretét.

A **környezet** a mérés idejét (év, hónap, nap, óra, perc), helyét (mérőlabor vagy szerelőműhely, vagy gyártósor ...), hőmérséklet (közeg, munkadarab, mérőeszköz) és minden olyan információt tartalmaz, ami az előzőkből kimaradt és a mérést befolyásol(hat)ja. A mérési környezet (20°C, megfelelő páratartalom, megvilágítás, elegendő hely, nyugalom, rezgésmentesség, tisztaság, elegendő idő ...) komoly követelményeket támaszt, aminek elég nehéz megfelelni. Sok költséget, idő és munkaráfordítást jelent a megfelelő mérési környezet létrehozása és fenntartása. Ha pedig a mérést nem megfelelő környezetben kell végezni (nem 20°C-os hőmérsékletű, szennyezett, nehezen hozzáférhető hely, zajos, rezgésnek kitett gyártóhely, időhiány ...), akkor számolni kell ennek káros következményeivel. Azért szükséges foglalkozni a méréséssel (nem csak elvégezni a méréseket), hogy a nem optimális körülmények közötti mérésekre is fel legyünk készülve, szélső esetben indokoltan azt tudjuk mondani, hogy ilyen körülmények között felesleges elvégezni a mérést.

**Etalonnak** nevezzük azokat a mérőeszközöket, amelyek mérőeszközeink ellenőrzésére és beállítására szolgálnak. Rokon fogalom a mértékegységgel, a különbség az, hogy a mértékegység elvontan, az etalon konkrétan valósít meg egy bizonyos mennyiséget. Az etalonok állnak a mérés technikai evolúció csúcán. Az etalonnal tudjuk a mérésünket hitelessé tenni, a visszavezethetőségen keresztül.

„A **visszavezethetőség** a mérési eredménynek vagy az etalon értékének az a tulajdonsága, aminek révén az megszakítatlan, megállapított bizonytalanságú összehasonlítási láncon keresztül elfogadott referenciákra, rendszerint nemzeti, vagy nemzetközi etalonokra vonatkoztatható.” A mérés visszavezethetőségi láncának az elemei a következők: mérés => használati etalon => referenciaetalon => a mértékegység megvalósítása elsődleges etalonnal => a mértékegység definiálása az SI-ben

[Bánkuti László: A metrológia nyelve, MM 97/4 p. 4-7]

A mérőeszköz ellenőrzésének egyik módszere a **kalibrálás**, melynek során megállapítjuk, hogy mekkora az eltérés az etalon mérésekor a mutatott érték és az etalon feltételezhető mérete között.

Az **abszolút mérőeszközökkel** kalibrálás nélkül is lehet mérni (tolómérő, mikrométer ...) az összehasonlító mérőeszközökkel csak kalibrálás után (mérőóra, passzaméter, érdességmérő ...).

A **hitelesítés** hasonló fogalom, mint a kalibrálás, az etalon mérését jelenti a mérőeszközzel, viszont míg a kalibrálást elvileg bárki hozzáértő elvégezheti, addig a hitelesítést csak az végezheti, akinek erre jogosultsága van. A kalibrálási gyakoriság is szabad, míg a hitelesítési kötött.

A **jusztírozás** a mérőeszköz beállítását jelenti, hogy a mért érték eltérése a tényleges értéktől minimális (nulla) legyen. Jusztírozásra általános példa az órák téli/nyári átállítása 1 órával előre, vagy hátra, vagy átállítása az időetalon értékére. Hosszmérés technikai példa, ha az érdességmérő úgy állítjuk be az érdességmérő erősítését, vagy nagyítását, hogy kalibráláskor az etalon értékéhez közeli értéket adjon, vagy mérőórát pl. egy 14 mm-es mérőhasábon valamilyen egész mm-re állítjuk. Ha csak kevés mérést végzünk akkor nem érdemes jusztírozni.

### Hivatalos mérésügy

Azok a mérések, amik joghatással járnak, azok a hivatalon mérésügy hatálya alá esnek. Magyarországon a mérésügyet az 1991. évi XLV. törvény szabályozza. A törvény a célkitűzés után meghatározza a mérésügyi szervezetet (Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatalon belül a Mérésügyi Hivatal), definiálja a joghatással járó mérést, a törvényes mértékegységeket, a prefixumokat, a származtatott mértékegységeket, az SI-n kívüli használható mértékegységeket. A törvényen kívül kormányrendeletek is szabályozzák a mérésügyet.

A jogszabályi szabályozás mellett széleskörű szabványrendszer kapcsolódik a mérésüghöz (MSZ, DIN, EN, ISO). A szabványok a mérések egységesítését szolgálják, ismerni, és minél szélesebb körben használni kell a szabványokat a mérések során. Legalább az ebben a segédletben hivatkozott szabványokat ismerni kell.

A segédlet további részeiben is lesznek még újabb szakkifejezések. A szakkifejezésekkel nem szótárszerűen kell tisztában lenni, hanem alkalmazási/gyakorlati példákkal kell az értelmezésüket bemutatni.

A Nemzetközi Mértékegységrendszer alapegységei:

- a) A **hosszúság** mértékegysége a méter, az a távolság, amit a fény vákuumban  $1/299792458$  másodperc alatt megtesz
- b) A **tömeg** mértékegysége a kilogramm: a Sévres-ben őrzött platina-irídium henger tömege
- c) Az **idő** mértékegysége a másodperc, az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9 192 631 770 periódusának időtartama
- d) A **villamos áramerősség** mértékegysége az amper, amely két egyenes, párhuzamos végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny kör keresztmetszetű és egymástól 1 méter távolságban, vákuumban elhelyezkedő vezetőben fenntartva, e két vezető között méterenként  $2 \cdot 10^{-7}$  newton erőt hozna létre.
- e) A **termodinamikai hőmérséklet** mértékegysége a kelvin; jele: K. A kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének  $1/273,16$ -szorosa.
- f) Az **anyagmennyiség** mértékegysége a mól; jele: mol. A mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kilogramm szén-12-ben. A mól alkalmazásakor meg kell határozni az elemi egység fajtáját; ez atom, molekula, ion, elektron, más részecske vagy ilyen részecskék meghatározott csoportja lehet.
- g) A **fényerősség** mértékegysége a kandela; jele: cd. A kandela az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely  $540 \cdot 10^{12}$  hertz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki és sugárerőssége ebben az irányban  $1/683$  watt per szteradián.

valamint a **síkszög** mértékegysége a radián, és a **térszög** mértékegysége a szteradián

Az SI származtatott mértékegységei:  $m^2; m^3$ ; newton, joule; Nm;  $N/m^2$  ...

Egyéb mértékegységek: bar, °C, coll ...

Prefixumok: előtagok, ami a mértékegység többszörös- vagy törtértékét jelenti. Csak egy prefixum használható, nincs mikromilliméter!

megnevezés	jel	szorzó		megnevezés	jel	szorzó
deci	d	$10^{-1}$		deka	dk	10
centi	c	$10^{-2}$		hekto	h	$10^2$
milli	m	$10^{-3}$		kilo	k	$10^3$
mikro	$\mu$	$10^{-6}$		mega	M	$10^6$
nano	n	$10^{-9}$		giga	G	$10^9$
piko	p	$10^{-12}$		tera	T	$10^{12}$
femto	f	$10^{-15}$		peta	P	$10^{15}$
atto	a	$10^{-18}$		exa	E	$10^{18}$