

## A műszaki adatlapok csapdái

A műanyagok vizsgálatával számos szabvány foglalkozik. Ezek egy része csak az adott országon belül érvényes, de vannak nemzetközi érvényű előírások is. A sokféleség nemcsak a szabványok számában, hanem a vizsgálati körülményekben is megmutatkozik. A vizsgálati módszerek egységesítése továbbra is törekvés, hiszen ahogy a régi mondás tartja: az almát csak almával lehet összehasonlítani.

*Tárgyszavak: vizsgálat; szabványok; műszaki adatlapok; ABS; feszültség-nyúlás görbék.*

## A vizsgálati körülmények hatása az ABS minták tulajdonságaira

A különböző szabványok (*ISO*, *ASTM*) különböző vizsgálati feltételeket írnak elő a műanyagok tulajdonságainak vizsgálatára. Gyakran mások a próbatest méretei, sőt egy szabványon belül is lehetséges, hogy ugyanazon tulajdonságot egymástól eltérő vizsgálati körülmények között vizsgálják.

Az iparban felhasználásra kerülő alapanyagok adott célra való kiválasztásakor a műszaki adatlapok szolgálnak alapvető információkkal. Már a mechanikai tulajdonságok vizsgálatánál megfigyelhető, hogy a tulajdonságokat majdnem mindig csak 23 °C-on közlik, ami az ettől eltérő hőfokon történő alkalmazásra nemigen ad megfelelő útmutatást.

Az *ISO* szabványok megjelenése nem sokat segített a mérési módszerek egységesítésében, mivel az *ISO* más próbatest-geometriákkal dolgozik, mint az *ASTM*, *DIN*, *JIS* szabványok. Ráadásul az egyes alapanyaggyártók továbbra is a saját útjukat járva választanak a vizsgálati módszerek közül. Az 1. táblázatban erre látható egy példa, amelyben két ABS típus legfontosabb tulajdonságait mérték meg az *ASTM* és az *ISO* vizsgálati előírások szerint.

Az első szembevetendő különbség a húzószilárdság és a húzómodulus értékénél figyelhető meg, attól függően, hogy *ASTM* vagy *ISO* eljárást alkalmaznak. Az *ISO* módszerrel magasabb értékeket kaptak a fenti tulajdonságokra.

Felületesen összehasonlítva az *ASTM* szerint, a két ABS típus nagyjából azonosnak tűnik, leszámítva az MFI értékeket. Az adatlapban azonban feltüntették, hogy az ABS 1. típusnál 5 mm/min nyújtási sebességet, a 2. típusnál pedig 50 mm/min-ot alkalmaztak. Az *ASTM D638* szerint mindkét sebesség megengedett, bár irányadó az alacsonyabb érték. Hogy miért fontos ez? Mert a műanyagoknál a nyújtás/húzás sebessége alapvetően befolyásolhatja a mért szilárdsági értékeket, így minél gyorsabb a

nyújtás, annál magasabb húzószilárdsági értékeket fognak kapni. Általános szabályként az amorf polimerek (pl. az ABS) esetében érvényes, hogy a nyújtási sebesség bemutatott változtatásával a mért szilárdsági értékek 7%-kal változnak. Így bár a táblázat szerint a kétféle ABS hasonló szilárdságú, valójában az 1. típus erősebb és merevebb. A nagyobb nyújtási sebesség viszont csökkenti a szakadási nyúlás értékét. A nagyobb nyúlási érték utal az anyag nagyobb képlékenységére. A nyúlási értékek alapján a két ABS típus kb. azonosnak tekinthető. Az 1. típus ütészállósága (bemetszett próbatesten) 11%-kal nagyobb, mint a 2. típusé. Ez a különbség a két anyag között azért lehetséges, mert a bemetszés, mint feszültséggyűjtő hely jelentkezik, és az ütés pillanatszerű bekövetkezése miatt az anyag egészen másképpen reagál az igénybevételre, mint a viszonylag lassú nyújtási vizsgálatnál (és bemetszés nélküli próbatest esetében).

1. táblázat

ABS típusok különböző szabványok szerint mért tulajdonságainak összehasonlítása

Tulajdonság	Szabvány	Mértékegység	ABS 1.	ABS 2.
Húzószilárdság	ASTM	MPa	44,1	44
Húzószilárdság	ISO	MPa	50	–
Húzómodulus	ASTM	MPa	2275	2200
Húzómodulus	ISO	MPa	2531	–
Szakadási nyúlás		%	24	25
Ütésállóság, Izod	ASTM	ft-lb/in.	6	5,4
HDT	ASTM	°C	94	97
HDT	ISO	°C	80	88
Vicat	ASTM	°C	98	103
MFI	ASTM	g/min	5,6	2,0

Megjegyzés: Az ütészállóságot hornyolt próbatestenen mérték.

1 ft-lb/in.= 53,4 J/m.

Az adott terhelés alatt mért behajlási hőmérséklet (HDT) és a Vicat lágyuláspont értékei sem mentesek az ellentmondástól. A mérések szerint a 2. típusú ABS magasabb értékeket mutat. Az adatokból kiderült azonban, hogy az 1. típusú ABS minta vastagsága 3,2 mm, a 2. típusé 6,4 mm volt. A nagyobb falvastagság természetesen növeli a HDT értékét.

A Vicat hőállóság mérésénél szintén probléma, hogy kétféle terhelés és kétféle felfűtési sebesség is megengedett. Az 1. típusú ABS-t 50 N terheléssel, a 2. típust pedig 10 N-nal vizsgálták. Így a 2. típusnál kapott magasabb Vicat lágyuláspont csupán az alacsonyabb terhelésnek köszönhető.

Az MFI mérések eredménye is csalóka, hiszen az 1. típusú ABS-t 230 °C-on 3,8 kg terheléssel mérték, míg a 2. típusút 200 °C-on 5 kg-mal. A magasabb vizsgálati hőmérséklet és kisebb terhelés kb. 3–3,5-szörös szorzófaktort jelent. Így a 2. típusú ABS MFI-je 230 °C-on 3,8 kg terheléssel kb. 6–7 g/10 min értéknek adódik.

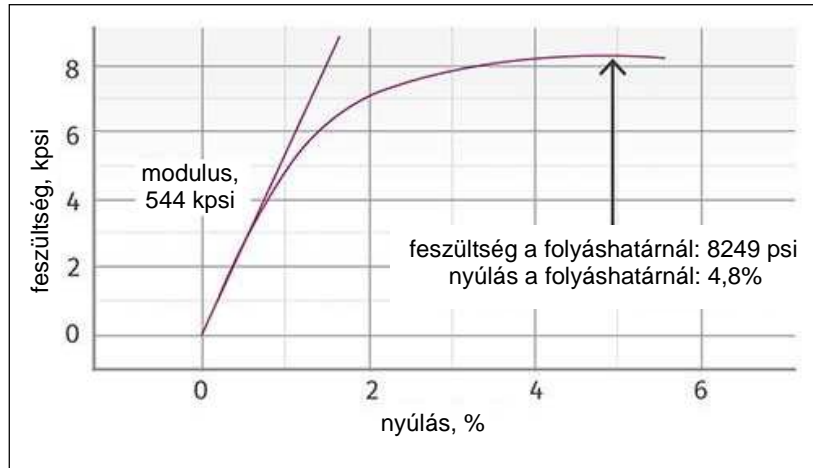
A bemutatott példák igazolják, hogy nagyon fontos, hogy utánanézzenek, a mért értékeket milyen vizsgálati körülmények között határozták meg.

## A feszültség-nyúlás görbék értékelése

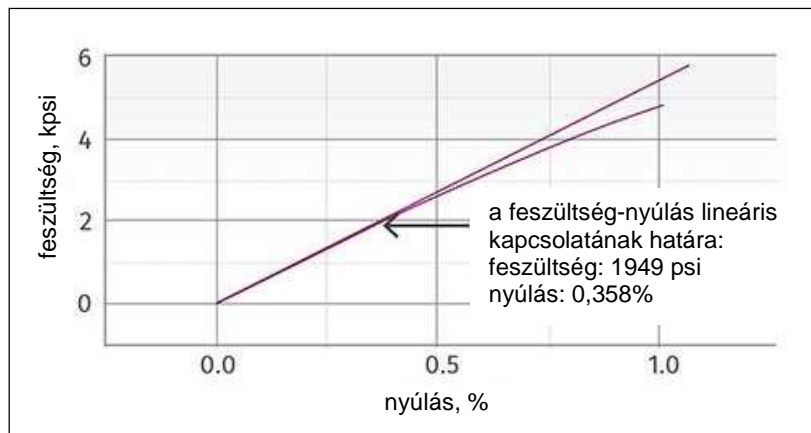
A fémiparban dolgozó mérnökök képesek meglepődni azon a jelenségen, hogy a műanyagok nem alkalmazhatók a szakadáshoz közeli feszültségek közelében, ahogy azt a fémeknél megszokták. *A szakadási érték önmagában csak igen kevés információt ad az anyag feszültség alatti viselkedéséről.* A folyáshatárnál és a szakadásnál mért szilárdsági és nyúlási értékekkel viszont jól jellemezhetők az anyagok mechanikai tulajdonságai. A nyújtható anyagok esetében, mint a PE és PC, a folyáshatár és szakadási pont eléggé távol esik egymástól, ezért jó ismerni az értékeket ezeken a pontokon. A nagyon rideg, törékeny anyagoknak ez a két pontja lényegében egybeesik, ezért elegendő egyikük megadása. Természetesen az adatlapok döntő többsége csak szoba-hőmérsékletre adja meg ezeket az adatokat. Ahhoz, hogy az adott alapanyag feszültség-nyúlási folyamatát megismerjék, a húzási görbe teljes lefutásának ismerete szükséges.

*A húzófeszültség-nyúlás görbék szolgáltatják a leghasznosabb adatokat az alapanyagok mechanikai tulajdonságainak feltérképezéséhez.*

Az 1. ábra egy 10% üvegszálat tartalmazó PC húzófeszültség-nyúlás diagramját ábrázolja. A diagram 57 MPa maximális feszültségnél befejeződik, itt a próbatest megfolyik, ezután már hiába nyújtják tovább az anyagot, a feszültség nem nő, hanem 35%-os nyújtásnál, 45 MPa-nál a próbatest elszakad. Ez a folyáshatár pont azért fontos, mert efelett nem lehet fokozni a feszültséget, hiába nyújtják a próbatestet. Ez a pont egy olyan határ, amely feletti igénybevételnél az anyag visszafordíthatatlan deformációt szenved, Az 1. ábrán jól látható, hogy a diagram kezdeti szakaszán a feszültség-nyúlás egyenes arányban van egymással, később a görbe elhajlik. A 2. ábrán kinagyítva látható ez a jelenség. Kb. 14 MPa-nál és 0,358% nyúlásnál található ez az ominózus pont, ez mindössze 25%-a a folyáshatár feszültségének. A diagramon tovább haladva egyre inkább eltér az anyag viselkedése a kezdeti lineáris jellegtől. Ez a jelenség folyamatos, illetve ciklikusan ismétlődő terhelés esetében még fokozottabban jelentkezik, ezzel csökkentve a maximálisan alkalmazható feszültséget. *Minél hosszabb időintervallumban szándékoznak egy műanyag terméket alkalmazni, annál alacsonyabb feszültséggel szembeni ellenállásra kell számítani.* Itt kvázi az ún. hidegfolyás esetével találkozunk, mivel a tartós feszültség következtében a polimer szerkezete úgy deformálódik, hogy alakváltozás során „elkúszik” a reá ható feszültség elől. Ez hasonlatos a Braun-Le Chatelier féle legkisebb kényszer elvéhez. Minél nagyobb a kényszer, az anyagra ható terhelés, annál jobban kitér az anyag a kényszer alól, elkúszik.



1. ábra 10 % üvegszállal erősített PC feszültség-nyúlás diagramja 23 °C-on  
 1 kpsi  $\approx$  6,895 MPa

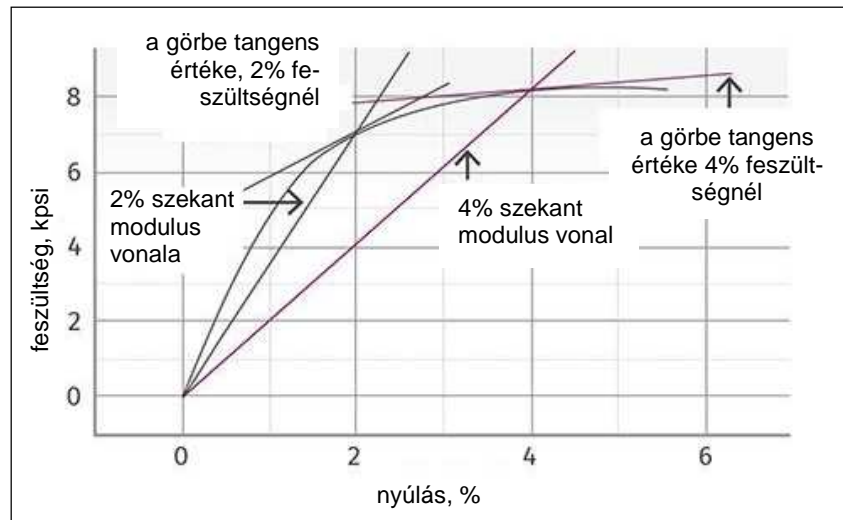


2. ábra Az 1. ábra kezdeti szakaszának felnagyítása, 1 kpsi  $\approx$  6,895 MPa

A 3. ábrán látható a szekant modulus számítása, amelyet általában az 1, ill. 2% nyúláshoz tartozó feszültséggel jellemeznék. A kapott érték jól reprezentálja a műanyagok nem lineáris viselkedését feszültség hatására, amely sokszor „rövidzárlatot” okoz a fémiparral foglalkozó tervezőmérnököknél. Ugyanis jól látható, hogy pl. 2 és 4% nyúlásnál 2410 MPa, illetve 1440 MPa a szekant modulus értéke. Jól jellemzi az adott műanyag viselkedését a feszültség-nyúlás görbe érintőinek vizsgálata is (tangent slope), az érintő értékének drasztikus változása. Példánkban 2% nyúlásnál 827 MPa, 4%-nál pedig 131 MPa a mérés eredménye.

Az a kérdés, hogy a tervezőmérnökök hogyan hozzanak intelligens döntést műanyagok hosszan tartó terhelhetőségi viselkedése esetén, ha nem jutnak hozzá az aktuális feszültség-nyúlás görbékhez. Persze fontos a folyáshatár ismerete, mert ez adja meg a terhelhetőség felső határát rövid idejű igénybevételnél, a hosszan tartó igénybevétel meghatározásához viszont tudni kell, hogy hogyan jutottak el a folyáshatárhoz.

Számos görbét készíthetnek a körülmények függvényében, ezek egyik fontos jellemzője, hogy milyen hőmérsékleten végezték a mérést.



3. ábra 10% üvegszállal erősített PC feszültség-nyúlás diagramja (ld. 1. ábra), különös tekintettel a folyáshatár közeli szekant modulus bemutatására,  $1 \text{ kpsi} \approx 6,895 \text{ MPa}$

Összeállította: Csutorka László

Sepe, M.: Materials: The trouble with data sheets = Plastics Technology, [www.ptonline.com](http://www.ptonline.com), 2015. május

Sepe, M.: Materials: The problems with single-point data = Plastics Technology, [www.ptonline.com](http://www.ptonline.com), 2015. július