

A folyamatirányítás eszközei

A terepi működtetés feltételei - 1.

Dr. Telkes Zoltán

A folyamatirányítás eszközeinek használatakor mindig figyelemmel kell lenni az esetleges agresszív vagy veszélyes környezettel fellépő kölcsönhatásokra. A klímavédetség, az égés és robbanás problémái az ipari biztonság elsődleges kérdései.

A folyamatirányítási rendszerek jellegzetes felépítése olyan, hogy a nagy terjedelmű, rendszerint szabadtéri technológia berendezései (folyamatai) miatt a folyamatirányítási készülékek jelentős részét is szabad téren (terepen) kell elhelyezni. E készülékek működését a környezet számos olyan külső hatása befolyásolja, amelyekre a kiválasztáskor ügyelni kell. Ezen tényezőket az irányítástechnikus mérnöknek ismernie kell.

A rendszergenerációkat bemutató ábrakon¹ látható, hogy a távadók és a végrehajtók terepen, azaz szabad téren működnek, míg a jelfeldolgozók, szabályozók, folyamatirányító berendezések központi helyen, műszerszobában. A terepi készülékeket érő külső hatások, valamint a központot a terepi készülékekkel összekötő vezetékekből eredő esetleges zavaró hatások elhárításának céljait szolgálják a zavarelhárítás eszközei, amiket ebből a szempontból sajátos jelfeldolgozóknak is tekinthetünk. A zavarelhárítás eszközei (gyújtószikramentes biztonsági gát, villámvédelmi és zavarvédelmi egységek) legnagyobb részben továbbra is külön szerkezeti egységet képeznek. Ez a jellegzetesség a későbbi ismertetésekben meg is fog mutatkozni.

A terepi elhelyezés kedvezőtlen hatásai elleni védekezés előtt meg kell ismernünk azokat a körülményeket, amelyek e hatásokat okozzák. Ezek a hatások a készülékeket körülvevő *időjárás*, tehát klíma jellegű, *légszennyezésből* adódó, tehát robbanást vagy korróziót okozó, valamint rendkívüli *villamos* események lehetnek. A villamos hatások közé a villámlást, a túlfeszültséget, az átütést és az elektromágneses teret soroljuk.

¹ Dr. Telkes Zoltán: A folyamatirányítás eszközei. *Magyar Elektronika*, XXVI (2009) 7-8. pp. 40-42.

1. táblázat Klímaterületek alkalmazástechnikai jellemzői

A tényező megnevezése	Hideg (F)	Mérsékelt (N)	Száraz trópusi (TA)	Nedves trópusi (TH)
A napsugárzás maximuma (W/m ²)	977	977	1186	1046
A léghőmérséklet abszolút maximuma (°C)	40	42	55	47
A maximumok sokévi átlaga (°C)	35	37	45	40
A léghőmérséklet abszolút minimuma (°C)	-65	-35	-25	0
A minimumok sokévi átlaga (°C)	-55	-25	-15	5
Maximális hőmérséklet-változás 8 óra alatt (°C)	<40	<30	<40	<10
Hőmérsékletsokk a felületen (°C)	<50	<50	<60	<55
Feketetest hőmérséklet maximuma (°C)	70	70	90	80

Klímarendszerek

Az elektronikus berendezések irodai vagy laboratóriumi üzemeltetéséhez szokott szakember számára újszerű körülmény lehet, hogy a szabadtéri klímaviszonyok igen szélsőségesek, és a terepi készülékeknek ezek között a körülmények között kell működniük, még hozzá folyamatosan olyan *hosszú ideig* (esetleg 10-20 évig), ameddig laboratóriumi berendezést egyfolytában általában nem működtetnek.

A terepi készülékek specifikációját ezért gondosan kell vizsgálni és csak az adott makro- és mikroklíma feltételeinek megfelelő készülékeket szabad alkalmazni. A klímával kapcsolatosan összefoglaljuk a gyakrabban használt fogalmakat.

- **Éghajlat (klíma):** egy adott hely időjárásának hosszabb időszak (néhány évtized) alatt megfigyelhető, szabályszerű változása. (Más definíciók: valamely hely átlagos időjárása, adott hely időjárási rendszere.)
- **Makroklíma:** nagy kiterjedésű légtérben (több tízezer, esetleg százezer km² területen) uralkodó, megközelítően azonos éghajlat.
- **Mezoklíma:** a közép nagyságú légterek éghajlata.
- **Mikroklíma:** a talaj feletti, berendezésközelbeli vagy épületen belüli, néhány m³-es légtér éghajlata.
- **Éghajlati övezet:** a gömb alakú Földön az éghajlati elemek (és sok más természetföldrajzi tényező) övszerű sávok mentén rendeződnek el.
- **Szoláris éghajlati övezetek:** a napsugarak hajlásszöge (deleléskor a napsugarak és a földfelszín által bezárt szög) által kijelölt éghajlati övezetek (csak a Nap sugárzását és a Föld bolygótulajdonságait veszik figyelembe):

X	A személyzet védettsége érintkezésre	A gyártmány védettsége behatolásra	Y	Védettség víz behatolása ellen	Követelmény
0	Nincs védettség	Nincs követelmény	0	Nincs védettség	Nincs követelmény
1	Az emberi test balesetből vagy figyelmetlenségből adódó érintkezésével szemben, de szándékossággal szemben nem	Nagyméretű testek behatolásával szemben	1	Vízcseppekkel szemben	Függőlegesen leeső kondenzvízcseppek ne károsítsanak
2	Ujjak érintkezésével szemben	Közepes nagyságú testek behatolásával szemben	2	Vízcseppekkel szemben	Legfeljebb 15 fokkal ferdén leeső cseppek ne idézzenek elő káros hatást
3	Szerszámokkal vagy 2,5 mm-nél vastagabb tárgyakkal való érintkezéssel szemben	Kisméretű testek behatolásával szemben	3	Esővel szemben	Esővíz ne okozzon káros hatást, ha legfeljebb 15 fokkal ferdén esik
4	1 mm-nél vastagabb tárgyakkal való érintkezéssel szemben	Kisméretű testek behatolásával szemben	4	Fröcsköléssel szemben	Bármely irányból fröcskölt víz ne okozzon káros hatást
5	Teljes védettség	Káros porlerakódással szemben. Csak annyi por jut be, amennyi a kielégítő működést nem zavarja	5	Vízszugárral szemben	Bármely irányból sugárcsővel kilövellt víz ne idézzen elő káros hatást (feltétel is van)
6	Teljes védettség	Teljes védettség por ellen	6	Hajó fedélzetén uralkodó körülményekkel szemben	Viharos tengerből felcsapó víz ne hatoljon be a gyártmány belsejébe
			7	Vízbe merítéssel szemben	A bemerített gyártmány belsejébe ne hatoljon be víz
			8	Tartós vízbe merítéssel szemben	A bemerített gyártmány belsejébe ne hatoljon be víz

2. táblázat A készülékek tokozásának védettsége

- **forró (trópusi) övezet:** 0° – északi és déli szélesség 23,5° között,
- **mérsékelt övezet:** északi és déli szélesség 23,5° – északi és déli szélesség 66,5° között,
- **hideg övezet:** északi és déli szélesség 66,5° – északi és déli szélesség 90° között.
- **Éghajlati rendszerek:** A Földön megfigyelhető különböző éghajlattípusok a szoláris övezeteket különböző jellegűvé teszik. Ha a **csapadékmennyiséget** vesszük alapul, **három** nagy típust különböztetnek meg:
 - **nedves** (humidus),
 - **száraz** (aridus),
 - **havas** (nivális).
- A **hőmérséklet** és a **csapadék** együttes hatása alapján készült leggyakrabban alkalmazott osztályozás **4 éghajlati övet** különböztet meg:
 - **forró trópusi** öv – TH,
 - **száraz** öv – TA,
 - **meleg mérsékelt** öv – N,
 - **hideg poláris** öv – F.

Az éghajlati övek általános jellemzőit az 1. táblázat ismerteti.

A nehezebb klimatikus feltételek közé kerülő készülékeket a kivitelezés során ezért általában alá kell vetni száraz és nedves melegállósági, gyors hőmérséklet-változási, penész-, por- és homokállósági, valamint kénhidrogén-állósági vizsgálatnak, továbbá meg kell vizsgálni a mechanikai és vízbehatolással szembeni ellenálló-képességet, vagyis a védettséget. A gyártmányokon a szabványok előírásainak megfelelően ezeket az adatokat fel kell tüntetni.

A **mikroklíma** a készülék közvetlen környezetének klímája, amelyet nemcsak a földrajzi elhelyezkedés, hanem a technológiai környezet, a felszerelés helye (zárt vagy nyitott tér) és az üzemeltetés módja határoz meg. E klímahatások közé soroljuk a makroklíma jellemzőin kívül a **víz**, a **szennyeződés**, a **rázás**, a

korrozív légtér, a **villamos szikra** vagy **villám** és a **robbanásveszélyes gázok**, **gőzök** és **porok** hatását.

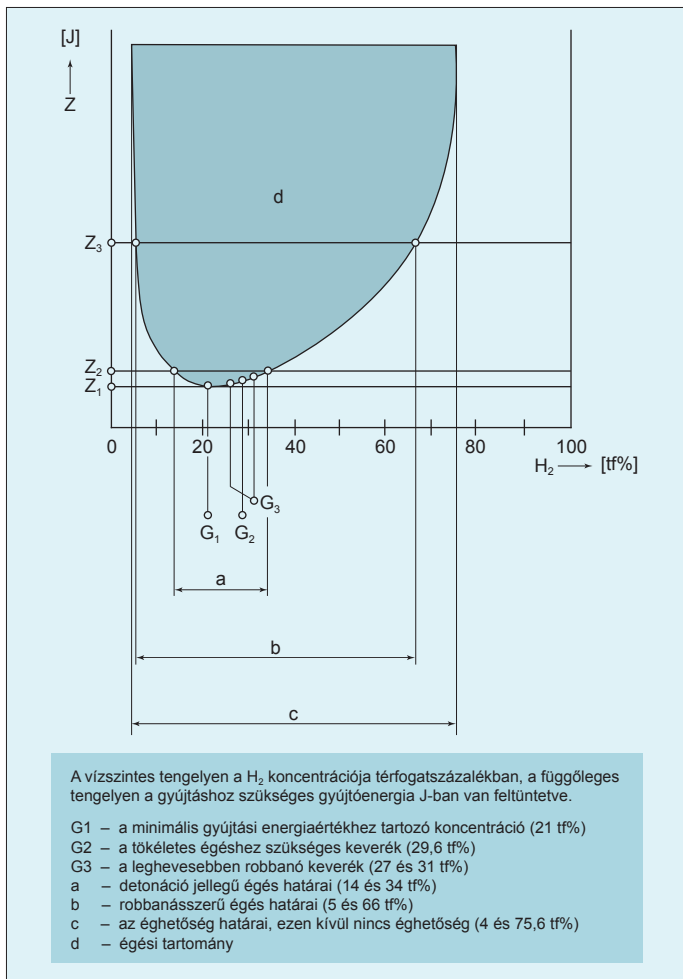
E hatások közül a víz és a szennyeződés behatolásával együtt az érintés elleni védelmet a készülék **tokozása** biztosítja. A tokozás általi védettséget a 2. táblázat foglalja össze (MSZ 806). Ezt a jelölésrendszert ma már a kereskedelemben kapható szinte összes villamos eszközre alkalmazzák. Jelölése **IP XY** (pl. **IP 21**), ahol az **X** jelenti a személyek érintés elleni védettségét és a szennyeződés behatolásának akadályozását, az **Y** pedig a víz behatolása elleni védelmet. Az **X** és **Y** számjegyek jelentését a 2. táblázatban találjuk meg.

Az égés és robbanás folyamata

Az éghető gázokból, gőzökből, folyadékpermetből vagy ködből, valamint por alakú részecskékből a levegő oxigénjével keveredve tűz- vagy robbanásveszélyes elegy keletkezhet, akár határolt térben, akár határolatlan, szabad térben. A legveszélyeztetettebb terület a szénbányászat, ott is a metánveszély. Szénfejtés közben a metán folyamatosan vagy gázkitörés formájában, nagy mennyiségben egyszerre szabadulhat fel, amiből a levegővel keveredve süjtőlég – a legveszélyesebb elegyek egyike – keletkezik.

A vegyiparban ugyancsak gyakran jön létre robbanásveszélyes légtér. Az utóbbi években sokrétűbbé váltak a technológiák, és növekedett a felhalmozott és tárolt anyagok mennyisége is, ami a robbanásveszély feltételeinek kialakulását rendkívül gyakorivá tette. Az üzemszerű robbanásveszély előre tervezhető, és a robbanás megelőzésére megfelelő védekezési eljárást lehet kialakítani, de a gázömlésekből, párolgásokból vagy szivárgásból – üzemavar vagy meghibásodás következtében – váratlanul is kialakulhat. Ugyancsak gyakran és váratlanul idéz elő robbanásveszélyt a kezelőszemélyzet munkájának felelőtlensége és a biztonsági intézkedések be nem tartása.

Konkrét példa erre egy PVC-üzemben bekövetkező robbanás. Az egyik autoklávban a nyomásmérőt akarták megjavítani, ezért a szelepeket kinyitották és az autoklávban levő vinilkloridot



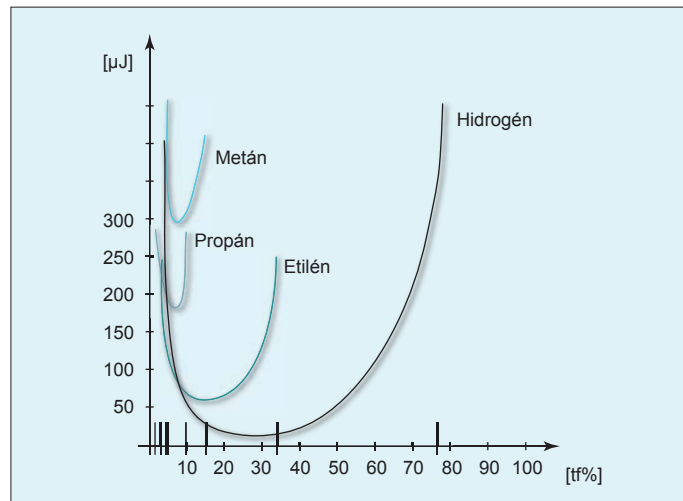
1. ábra A H₂ éghetőségi jellemzői

lefűvatták. Ez a levegővel robbanóképes elegyet alkotott, ami először meggyulladt, majd berobbant. A személyzet valamennyi tagja meghalt, az épület leégett.

Másik példánk egy kőolaj-finomítóban bekövetkezett robbanást mutat be. Egy autóúttól kb. 50 m távolságban hőszigetelt, acéllábakon álló gömbtartályokban 17 bar nyomáson propánt tároltak. Ezek töltése és ürítése egy-egy csővezetéken keresztül történt kézi-, ill. távműködtetésű szelepekkel. A tartályok tetején biztonsági lefűvató szelepek voltak. Az egyik tartályból gázpróbát vettek, de a szelepet nem sikerült elzárni, és a tartály aljáról gázkifolyás indult meg. A +15 °C hőmérsékletű, gyenge szélben a propángázfelhő az autóút felé sodródott a talaj felett kb. 1 m vastag rétegben. Az autóúton egy autó tartózkodott, amiből ki nem derített okból egy lángcsóva indult el a legközelebbi tartályig. A tartályból kiömlő gáz tovább égett és melegítette a tartályt, amiben ennek hatására a nyomás megnövekedett. Ennek következtében kinyitott a biztonsági szelep, és ott is meggyulladt a gáz. Az újabb hő hatására a tartály felrobbant, a szétterjedő propán kisebb robbanásokat okozott még 600 m magasan is, és ezek hatására egymás után további 4 tartály robbant fel.

A robbanásveszély más iparágakban is nőtt. Ilyenek pl. a hűtőipar, a növényolaj-feldolgozás, a textilipar, a gyógyszeripar, a cukoripar, a bútoripar. Ezekben a helyeken az oldószeres, az ammónia vagy porok okozhatnak robbanásveszélyt.

Négyen meghaltak, négyen eltűntek és több mint hatvanan megsérültek abban a cukorgyári robbanásban, amely 2008. február 8-án történt az egyesült államokbeli Georgia államban. Nagyon erős robbanás volt, a háromszintes épület, ahol a robbanás történt, teljesen összedőlt. A vállalat vezérigazgatója szerint a robbanást a cukorpor okozhatta.



2. ábra A leggyakoribb gázok robbanási határai és minimális gyújtási energiaértékei

Az égés folyamata viszonylag közismert jelenség, de a robbanás feltételeiről is sok ismeret szereshető pl. a robbanómotorok működésének megismerésekor. Ezért csak röviden foglaljuk össze a legfontosabb tényezőket.

Az égés és robbanás létrejöttéhez két feltétel szükséges:

- éghető vagy robbanóképes elegy, ami a tűzveszélyes anyag és a levegő meghatározott összetételű keveréke, valamint a
- gyújtási energia, ami önfenntartó reakciót indít meg.

A jelenségnek három fokozatát különböztetjük meg:

- az **égést**, ahol az oxidáció sebessége 1 m/s nagyságrendű,
- a **robbanást**, ahol ez a sebesség 10...100 m/s tartományba esik, valamint a
- a **detonációt**, ahol az oxidáció sebessége elérheti az 1000 m/s értéket. (A hétköznapi életben az utóbbi kettőt azonos jelenségre vegyesen használják, rendszerint olyankor is, amikor csak robbanásról van szó).

Az oxidációban keletkező hő hatására az elegy kitágul, benne nyomáshullám keletkezik. Mind a gyújtási energia alsó határértéke, mind a keletkező nyomáshullám nagysága az elegyben lévő éghető anyag „töménységétől”, pontosabban annak koncentrációjától (pl. térfogatszázalékban mérve) függ. Létezik egy alsó határ, ami alatt még nem képes begyulladni az elegy; és egy felső koncentrációhatár, ami felett az oxigén már kevés a begyulladásához. A két érték közötti tartományban a gyújtási energiának minimuma (1. ábra), a keletkező nyomáshullámnak pedig maximuma van². A legkisebb energiával a hidrogén-oxigén elegy robbantható be, de a gyakran használt gázok (2. ábra) is veszélyesebbek ebből a szempontból.

A villamos gyújtás jelensége

A robbanóképes elegy meggyújtásának sokféle módja lehet, szikra keletkezhet mechanikai jelenségek, természeti okok és sok más miatt is. A továbbiakban ezek közül csak a villamos berendezésekben keletkező okokat vizsgáljuk, a villamos gyújtás jelenségét elemezzük. Nyilvánvaló, hogy villamos berendezésekben keletkezhet olyan hőenergia, ami előidézi bizonyos elegyek gyújtását vagy robbanását. A gyújtási energia alsó határértéke környezetében azonban a gyújtás nem biztos, véletlenszerű, statisztikai módszerrel jellemezhető adat. Ezért ma már egyezményesen kialakult, hogy a 10³ gyújtási valószí-

² Sújtólég- és robbanásbiztos villamos berendezések, Budapest, 2000. 2. bővített kiadás. Szerkesztette: Hankó János.

A villamos gyújtás fajtái	Létrejöttének módja	Energiatároló képesség vagy határgörbe	Megjegyzés
Kapacitív szikra	Az áramkör rövidre zárásakor	Elektrosztatikus energia $E_C = \frac{1}{2} CU^2, U = f(C)$	Feladat: az energia csökkentése soros ellenállással
Induktív szikra	Az áramkör szakadásakor	Elektromágneses energia $E_L = \frac{1}{2} LI^2, I = f(L)$	Feladat: az energia csökkentése párhuzamos diódákkal
Ohmos szikra	Az áramkör zárásakor, nyitáskor villamos ívként	Határgörbe $E_{ohmos} \ll E_L, I = f(U)$	Feladat: a kevésbé veszélyes szikra kiválasztása
Ohmos melegedés	Az áram hőhatásán alapuló túlmelegedéskor	Wattos teljesítmény $P = RI^2 = \frac{U^2}{R}$	Az ohmos szikránál kevésbé veszélyes

3. táblázat A villamos gyújtás fajtái

nőség az a határadat, amit minősítésre alkalmaznak. A továbbiakban elemezendő jelenségek esetében tehát ezt az értéket kell figyelembe venni.

A villamos gyújtást ohmos ellenállást tartalmazó áramkörökben a melegedés vagy szikra okozhatja, kapacitív vagy induktív áramkörökben pedig a tárolt energia felszabadulása. A 3. táblázat bemutatja ezeket a változatokat.

Osztályozzák azokat a tereket, amelyekben ezek a gyújtási változatok tűzveszélyes vagy robbanóképes elegy jelenlétében fordulhatnak elő. A robbanásvédelmi módok (4. táblázat) önmagukban nem határozzák meg a térrel való kapcsolatot. Ezért a tereket a bennük előforduló, meghatározott tűzveszélyességű anyag, valamint a tér villamos veszélyességi foka alapján kategóriákba, zónákba sorolják, a zónák szerint nevezik meg a tereket és ezekhez a kategóriákhoz hozzárendelik a megengedett robbanásvédelmi módokat.

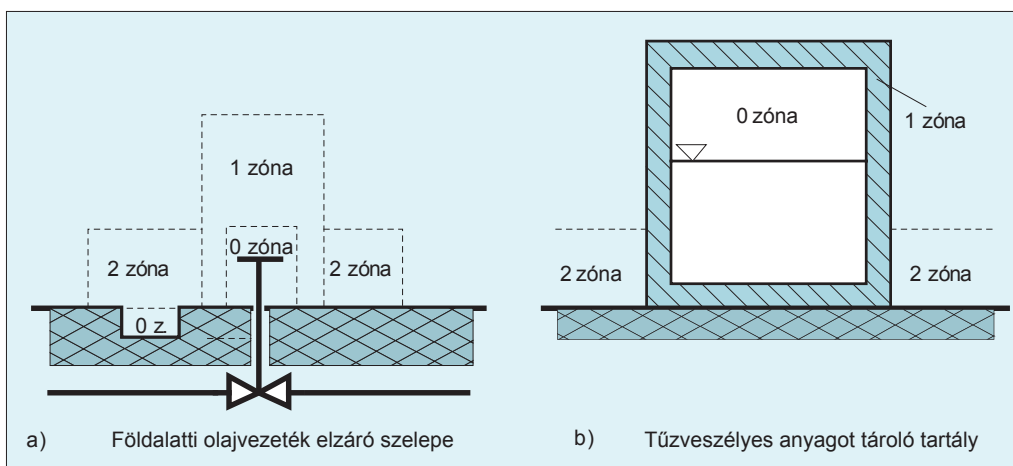
Zóna	0	1	2
Védelmi mód	Ex ia, (Ex s)	Ex q, Ex o kivételével valamennyi	Valamennyi

4. táblázat A zónákban alkalmazható védelmi módok

A veszély időtartama óra/év mértékegységben: a **0-jelű zónában**: >1000, az **1-jelű zónában**: >10, a **2-jelű zónában**: <10.

A terek besorolása nem egyszerű feladat. A 3. ábrán mutatjuk be, hogy a robbanásveszély forrása közelében lévő teret

3. ábra Robbanásveszélyes zónák



hogyan szokták besorolni a különböző zónákba: a 3.a ábra egy föld alatti olajvezeték elzáró szelepeinek környezetét határozza meg, a 3.b ábra pedig egy tűzveszélyes folyadékot tároló tartály környezetének zónáit jellemzi.

A villamos gyártmányok alapvető csoportokba sorolása

A villamos gyártmányokat a tűzveszélyes vagy robbanásveszélyes környezet szempontjából két csoportba sorolják:

- *I. csoport:* sújtólégbiztos gyártmányok bányák számára,
- *II. csoport:* robbanásbiztos gyártmányok az összes többi robbanásveszélyes környezet számára.

Az I. csoportba tartozó sújtólég kialakulásáért a metán a felelős. Ebben a csoportba tartozó védelmi mód a sújtólégbiztos kivétel (ezt a csoportot – mivel nem folyamatirányítási alkalmazás – részletesen nem tárgyaljuk).

A II. csoportba tartozó villamos gyártmányokat a megengedett felületi hőmérséklet és a robbanásveszélyes környezet jellege alapján osztják alcsoportokra.

A gyújtószikra-mentesség szempontjából a robbanóképes gőz- és gázkeverékeket a villamos gyártmányok alcsoportjaiba rendelik, ahol A-, B- és C-jelű *alcsoportok* használatosak. Az alcsoportok besorolása nyomásálló tokozás esetén a kísérletileg biztos legnagyobb résvastagságon, gyújtószikramentes védelem esetén pedig a legkisebb gyújtóáramon alapszik. A II. csoport alcsoportjai a vizsgált gázok szempontjából a következők:

- IIA csoport: propán vagy pentán,
- IIB csoport: etilén,
- IIC csoport: hidrogén.

Hőmérsékleti osztályok

A hőmérsékleti osztályok (T1-T6) a készülék megengedett legnagyobb felületi hőmérsékletén alapulnak. A hőmérsékleti osztály és a megengedett legnagyobb felületi hőmérséklet összerendelése: T1 – 450 °C, T2 – 300 °C, T3 – 200 °C, T4 – 135 °C, T5 – 100 °C, T6 – 85 °C.

(Folytatjuk!)

editor@magyar-elektronika.hu