

Nagyértékű híradástechnikai gyártmányok korrozív hatású környezetállósági vizsgálatának műszaki megoldásairól és gazdasági jelentőségéről*

ETO 620.193:621.395.722

A professzionális híradástechnikai berendezések — pl. a telefonközpontok — jellemzően nagyértékűek. Pl. a jelenleg legnagyobb volumenben gyártott tisztán elektromechanikus kapcsolóelemekkel felépített telefonközpontok világpiaci ára vonalonként 85—110 dollár közötti a központ funkciójától (al, fő vagy tranzit központ) függően. Az egy-egy központban szokásosan kiépíthető vonalszámot és az egyes központtípusok értékhatárát, ugyancsak USA dollárban az 1. táblázat mutatja be példaként, megjegyezve, hogy a tisztán elektromechanikus központok ára alacsonyabb, mint a hasonló feladatot ellátó, de korszerűbb megoldású kvázi elektronikus vagy elektronikus központoké.

1. táblázat

Központtípus	Kiépíthető vonalszám (ezer)	Ár (ezer \$/vonal)
Nagyvárosi főközpont	10—40	120—230
Tranzit központ	10—40	120—320
Alközpont	0,5—2	100—300

E berendezések további általános jellemzői a nagy élettartam és megbízhatósági követelmények, e tekintetében az élettartamot úgy definiálva, hogy az időtartam, amelyen belül a berendezés a megkövetelt megbízhatósággal képes működni. Ez az élettartam követelmény általában 30 év. Megbízhatósági követelményekre példát a központok kapcsolási technikája szerint a 2. táblázat tartalmaz.

2. táblázat

A központ kapcsolási technikája	Megengedett hiba (hiba·vonal ⁻¹ ·óra ⁻¹)
Elektromechanikus	0,5·10 ⁻⁵
Kvázi elektronikus	1·10 ⁻⁶
Elektronikus	2·10 ⁻⁷

* Az előadást angol nyelven az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságának az 1973. szeptember 9—14. között Bukarestben megrendezett „A gépipari gyártmányok korrózióvédelmi vizsgálatának műszaki—gazdasági szempontjairól” c. szemináriumán tartotta a szerző.

Beérkezett: 1974. IV. 19.

Mindhárom központtípus tartalmazhat olyan fém anyagokat, fém-összeépítéseket, alkatrészeket és szerelvényeket, amelyek a környezet korróziós hatásaira jellemzően érzékenyek és ezáltal a berendezés megbízhatóságát, azaz élettartamát kedvezőtlenül befolyásolják. Ez az élettartam-csökkenés, még ha kis mértékű is, a berendezések eredeti nagy értéke miatt jelentős értékcsökkenést jelent. Pl. egy alközpont esetében 5 éves élettartam-csökkenés kb. 33 \$/vonal. Ezért a nagy értékű híradástechnikai berendezések vizsgálatának — amelyek az ilyen degradációs folyamatok kizárását vagy megelőzését lehetővé teszik — jól értékelhető gazdasági kihatása van a gyártó és a felhasználó szempontjából egyaránt.

A híradástechnikai nagyberendezések lehetséges környezetének elemzése

A professzionális híradástechnikai berendezések gyártása általában normál — iparilag többé-kevésbé szennyezett klímán; szállításuk általában gondos — többnyire még a légnedvesség ellen is védelmet biztosító csomagolásban, bármely lehetséges makroklímán tengelyen vagy hajón; felhasználásuk pedig ugyan csak bármely lehetséges makroklímán történhet. A gyártás, szállítás és felhasználás általában zárttéri. Igen nagy megbízhatóságú és nagy értékű berendezéseknél az üzemeltetés mesterséges — légkondicionált helyiségekben is történhet.

A jelenlegi fejlődési tendenciák arra utalnak, hogy a telefonközpontok telepítése normál-klímán iparilag közepesen vagy erősen szennyezett, továbbá mezőgazdasági területeken, és a nedvestrópusi, iparilag nem vagy csak kevésbé szennyezett területeken a legnagyobb mértékű.

Ennek megfelelően a lehetséges makro- és mezoklímákat és annak zárttéri felhasználás esetén érvényesülő klímatervezőit a 3. táblázat foglalja össze.

A fenti hatások kiegészülnek vagy módosulnak az üzemeltetés hatására fellépő hatótényezőkkel, ennek legjellemzőbb és legáltalánosabb esete a hődiszzipáció üzemeltetés közben.

A felsorolt jellemző hatótényezők korróziós hatásait, és példaként néhány erre a hatásra a híradástechnikai nagyberendezésekben érzékenyen jelentkező hibatípus felsorolását a 4. táblázat tartalmazza IEC 50(Secc./182) alapján.

3. táblázat

Makroklima	Mezoklima	Jellemző hatótényező
normál	rurál	— jelentős légnedvesség és hőmérséklet-változás — pór — hideg
	ipari	— na. + kéntartalmú gázok — nitrogénoxidok
nedves-meleg	rurál vagy gyengén ipari	— kismértékű hőmérséklet- és légnedvesség-változás — relatív nedvesség és hőmérséklet nagy értékeinek tartós együttes előfordulása — kéntartalmú és nitrogénoxid tartalmú gázok — penészedés

Megjegyzés:

Bár tengerparti elhelyezés mindkét makroklima esetén lehetséges, a sósköd hatása nem tekinthető jellemzőnek, a zárttéri elhelyezés és az általánosan alkalmazott szekrényes, burázott kivitel csillapító hatása miatt.

4. táblázat

Jellemző hatótényező	A hatás mechanizmusa	Tipikus meghibásodás (1)
1.	2.	3.
a) Nagy hőmérséklet	Oxidáció, strukturális változás, kémiai reakció	(1) A villamos tulajdonságok változása vezetőkön (pl. kontaktusokon)
	Lágyulás, olvadás, szublimáció	— szerkezeti hibák, (1) korrózió a beépített anyagok kölcsönhatásának eredményeként
	Fizikai expanzió	— a mechanikai terhelés megnövekedése, megnövekvő erózió a mozgórészekben
b) Nagy relatív	Nedvesség ad- vagy abszorpció	(1) Mechanikai szilárdság csökkenése
	Kémiai reakció korrózió elektrolízis	(1) Villamos tulajdonságok romlása megnövekedett vezetőképesség a szigetelőknél
c) Por	Kopás	— Mozgóalkatrészek megnövekvő eróziója — Villamos tulajdonságok változása (érintkező, nyomtatott huzalozás) túlmelegedés (L. a.)
	Hőszigetelés Kapilláris hatás	(7) nedvesség adszorpció (L. b)
d) Korrozív atmoszférák	Kémiai reakció, korrózió	(1) növekvő erózió (1) Mechanikai szilárdság csökkenése (1) Villamos tulajdonságok változása
	elektrolízis	— megnövekvő vezetőképesség a szigetelőfelületeken (L. b)

Jellemző hatótényező	A hatás mechanizmusa	Tipikus meghibásodás (1)
1.	2.	3.
e) Hőmérséklet	mechanikai igénybevétel	(1) szerkezeti fellazulás, törés — egyenletlen hőtágulás — tömítések degradációja
f) Penészedés	biológiai lebomlás	(1) korrózió a keletkezett anyagcseretermékek kémhatására — szerves anyagok mechanika és villamos tulajdonságainak változása
g) Disszociált gázok	kémiai reakció, szennyeződés, dielektromos tulajdonságok degradációja	(L. d.)
h) Mágneses mező	Indukált mágnesesség	Villamos tulajdonságok változása, indukált melegedés (L. a.)
i) Villamos térerő	dipól-polarizáció	— dielektromos tulajdonságok vagy azok izotrópiájának változása (1) felületi adszorpció változása (1) elmozduló dipolok (pl. szennyeződések) diffúziós mozgásának változása
j) Mechanikai terhelés — statikus vagy dinamikus	strukturális feszültség vagy változás	(1) mechanikai tulajdonságok változása

Megjegyzés:

(1) Jelöli azokat a hibatípusokat, amelyek korróziós folyamatokkal kapcsolatosak.

A táblázatban felsorolt hatótényezőknél csak egy része okoz közvetlen korróziós kárt, de valamennyi hatása a korróziós folyamatokat elősegíti (pl. strukturális változás — kristályközi korrózióhoz, erős mechanikai feszültség — feszültségkorrózióhoz vezet).

A jellemző korróziós vagy a korróziót befolyásoló környezeti hatások reprodukálására alkalmas szabványos környezetállósági vizsgálatok

Az 5. táblázat foglalja össze azokat a nemzetközi és nemzeti szinten szabványosított igénybevételi módszereket amelyek alkalmasak arra, hogy az alkalmazásuk során előforduló korróziós vagy a korróziós folyamatokra jelentős befolyású környezeti tényezőket reprodukálják.

Az 5.1 — 5.2 szerinti vizsgálatok önmagukban alkalmasak korróziós minősítő vizsgálatként való alkalmazásra. Ezek hatását befolyásolhatják — általában szinergikusan — az 5.3 — 5.6 szerinti igénybevételek és/vagy az üzemeltetési hatások.

Megnevezés	A reprodukált tényezők	A szabvány száma nemzetközi példaként nemzeti	
		3.	4.
1.	2.	3.	4.
5.1 Nedves-meleg (tartós) (ciklikus)	Légnedvesség hatása diffúziós mechanizmussal	IEC 68—2—3	MSZ 8888/3
	Egyidejű emelt hőmérséklet hatása	IEC 68—2—4	MSZ 8888/4
	légnedvesség hatása felületi kondenzációval Egyidejű változó hőmérséklet hatása	IEC 68—2—30	
5.2 Gáznemű légszennyeződések hatása	SO ₂ hatása egyidejű nagy relatív légnedvesség mellett felületi kondenzáció nélkül	IECTC 50 (S) 203	MSZ 8888/20
	H ₂ S hatása egyidejű nagy relatív légnedvesség mellett felületi kondenzáció nélkül	IECTC 50 (S) 205	MSZ 8888/21
	SO ₂ hatása felületi nedvesség kondenzációval	—	DIN 50018
	SO ₂ hatása oxigén atmoszférában a felületi nedvesség kondenzációval	—	MSZ 8888/2
5.3 Száras-meleg	Emelt hőmérséklet	IEC 68—2—2	MSZ 8888/2
5.4 Gyors hőmérséklet-változás	Hőmérséklet különbség	IEC 68—2—16	MSZ 8888/13
5.5 Por	Felületi porosodás	IECTG—50 (Munich/Wg 7)	MSZ 8888/11
5.6 Penész	Szerves anyagok biológiai lebomlása	IEC 68—2—10	MSZ 8888/9

Megjegyzés:

A 4. táblázatban feltüntetett (g-h) hatások tipikusan üzemeltetési hatások. Ezeknek reprodukálására jelenleg szabványajánlás nincs.

A korróziót befolyásoló igénybevételek esetében az igénybevételek szekvenciális alkalmazása ajánlott olyan sorrendben, hogy a korróziós folyamat létrejöttét elősegítő igénybevétel előzze meg az effektív korróziós hatású igénybevételt.

Az üzemeltetési hatásokat pedig a korróziós hatású igénybevételekkel kombinálva ajánlatos alkalmazni. Egy vizsgálat sorozat felépítését példaképpen — telefonközpontok kontaktus elemeinek megválasztásához korróziós ellenállóképességük alapján — a 6. táblázat tartalmazza.

Példa a vizsgálati módszerek alkalmazásának gazdasági elemzésére

A következőkben bemutatjuk — a villamos érintkező anyagok megválasztásának példáján — a korróziós hatású vizsgálati módszerek alkalmazásának lehetséges gazdasági hatását.

A példa pregnáns, mert az érintkező anyagok helyes megválasztása, mint a telefonközpontok megbízhatóságát legnagyobb mértékben befolyásoló elem, műszakilag, továbbá, mint nagy árszínvonalú és elég nagy volumenben beépített anyagok, gazdaságilag is meghatározóak.

Egy elektromechanikai megoldású alközpont vonalonkénti átlag ára ezüst érintkezőkkel kb. 200 dollár, ebből 1 vonalra 17 jelfogót és 0,12 crossbar gépet szá-

mítva, a szükséges 50–60 g ezüst érintkezőanyag ára kb. 10 dollár.

Ipari gázokkal szennyezett légtérben az ezüst érintkezők általános alkalmazásával azonban nem lehet elérni a megkívánt megbízhatóságot.

Elvileg van annak lehetősége, hogy az ezüstöt ipari gázokkal szemben anyagában kifogástalanul ellenálló érintkezőanyagokkal helyettesítsük minden érintkezőnél. Egy ilyen sommás döntés azonban sem gazdaságilag, sem műszakilag nem ad optimális megoldást.

Nézzünk egy példát az érintkező anyagok árának befolyására, alapul véve a 7. táblázat adatait.

Példaképpen feltételezve, hogy egy 1000 vonalas központ minden érintkezőjét ezüst helyett egységesen az ipari gázokkal szemben jobb korróziós ellenállóképességű más érintkezőanyagokra cseréljük, akkor a központ árai (az érintkező anyag-árnövekedését az alap-árként kezelt 200 ezer dolláros alapárhoz egyszerűen hozzáadva) közelítőleg a 8. táblázat szerint alakulnának.

Világos, hogy gazdasági okokból még az első 14,5 %-os áremelést eredményező cserét (AgPd 30 Ag helyett) is meg kell fontolni, míg az utolsó megoldás (általános helyettesítés arannyal minden más változtatás nélkül) polgári alközpontok céljaira abszurd.

Az optimális választás műszakilag sem az általános helyettesítés, hiszen nem nevezhetünk egyetlen érintkezőanyagot sem legjobbnak pusztán korróziós

Minta-csoport	Igénybevétel (igénybevételek)	Üzemeltetési hatás	Várható degradáció	Ellenőrző mérés
1.	2.	3.	4.	5.
I.	Kéndioxid (vagy más gázszennyeződés hatását reprodukáló igénybevétel)	Villamos-mechanikai működtetés (mozgó vagy bontható érintkezők esetén) Mechanikai és villamos terhelés bontható érintkezők vagy nyugalmi csatlakozások esetében	Felületi rétegeképződés Erózió (magnövekedett mértékben) Felületi rétegeképződés-kopás Relaxáció, túlmelegedés	Érintkezési ellenállás Funkció képesség Érintkezési ellenállás + kötési erő
II.	Por és kéndioxid (vagy más légszennyező hatást reprodukáló igénybevétel)	Villamos-mechanikai működtetés (mozgó vagy bontható érintkezők esetén) Mechanikai és villamos terhelés bontható érintkezők vagy nyugalmi csatlakozások esetében	Felületi réteg képződés Erózió (magnövekedett mértékben) Felületi rétegeképződés-kopás Relaxáció, túlmelegedés	Érintkezési ellenállás Funkcióképesség Érintkezési ellenállás Érintkezési ellenállás + kötési erő
III.	Száraz-meleg	Villamos és mechanikai működtetés Mechanikai és villamos terhelés	L.: I. Relaxáció, túlmelegedés	L.: I. Érintkezési ellenállás + kötési szilárdság
	Nedves-meleg (vagy más direkt korróziós hatású igénybevétel)	—	Az egyenetlenné változó felületeken és meglazult kötések között elektrolitikus korrózió	Érintkezési ellenállás
IV.	Gyors hőmérséklet-változás Nedves-meleg (vagy más korróziós hatású igénybevétel)	Mechanikai és villamos terhelés —	Mechanikai feszültség, relaxáció A meglazult kötések között előforduló korrózió	Érintkezési ellenállás, kötés erőssége Érintkezési ellenállás

Megjegyzés:

Az egyes mintacsoportnak statisztikus értékelhető kontaktuselemet kell tartalmazni.

ellenállóképessége alapján. Az érintkező megbízhatóságát ezenkívül még a működési körülmények is befolyásolják, és az egyes érintkezőkre vonatkozó megbízhatósági követelmények nem is azonosak, hanem

függnek az áramkörre vonatkozó követelményektől, amelyekhez az érintkező tartozik.

Így például, ha az érintkezőerő biztosítja az érintkezőn a korróziós folyamatban keletkező réteg átörését és az érintkezőn esetlegesen keletkező zajfeszültség nem zavaró, nem szükséges az ipari gázokkal szemben legkevésbé ellenálló ezüstöt kicserélni.

Új technológia bevezetése is műszakilag kielégítő és gazdaságos megoldást adhat pl. a nemesebb anyag vékonyrétegben való felhasználása tömör nemesfém érintkező helyett. Pl. egy 1 mm tárcsa alakú ezüst érintkező, költségemelés nélkül helyettesíthető azonos területű 23 µm-es aranybevonattal, ha ezt az

7. táblázat

Anyag megnevezése	Ár dollár/kg (1)	1 kg ezüstnek megfelelő térfogatú más érintkezőanyag (2)	
		aránya	dollár értéke
Ezüst (Ag)	179,—	1	179,—
Ezüst-palládium 70/30 (AgPd 30)	650,—	3,8	680,—
Ezüst-palládium (50 AgPd 60)	940,—	5,6	1 000,—
Palládium (Pd)	1710,—	10,8	1 940,—
Arany (Au)	4790,—	19,5	7 800,—
Platina (Pt)	8800,—	20,5	18 800,—

Megjegyzés:

- (1) az 1974. februári árszínvonal.
- (2) a fajtsúlykülönbségek figyelembe vétele.

8. táblázat

1000 vonalas közp. ára		Az érintkezőanyag		
ezer \$	áremelkedés \$/vonal	jele	ára (ezer \$)	ára a közp. árának %-ban
200	0	Ag	10	5
229	14,5	AgPd 30	39	17
246	23	AgPd 50	56	22,5
625	212	Au	435	71

érintkező alkalmazási feltételei (garantáltan eróziómentes kapcsolás) lehetővé teszik. Azaz műszaki-gazdasági szempontból egyaránt optimális döntést olyan érintkezőanyag-választék alkalmazása jelent, amely az érintkezők környezetállóságával szemben támasztott követelményeket, a lehetséges technológiai megoldást, és az érintkező működtetési feltételeit, illeszkedését az áramkörhöz egyaránt figyelembe veszik. Ezt a választást pedig csak megfelelő vizsgálatok eredményeire lehet alapozni.

A következőkben becslést adunk az 5. táblázatban megadott vizsgálatok egyszeri elvégzésének költségeire, amerikai bérvizsgálatot végző laboratóriumok adatait használva, első közelítésben csak a környezetállósági vizsgálatok költségei alapján, minthogy a vizsgálati költségnek ezek képezik a döntő részét.

I. és II. vizsgálat	$3 \times 78 = 234, -$ \$
III. és IV. vizsgálat	$2(83 + 329) = 824, -$ \$
	<hr/> 1058 \$

Azaz még többszöri (előkísérletként, protó- és nullszéria vizsgálatként) való alkalmazása esetén sem haladja meg annak a költségnek a 20%-át sem, amely egyetlen 1000 — vonalas központnál többletként jelentkezne, ha általánosan ezüst-palládiumra cseréljük ezüst helyett az érintkezőanyagot.

A fenti példa jól bizonyítja, hogy a megfelelő vizsgálatok alkalmazása és a vizsgálati eredmények figyelembevétele a döntésnél, nemcsak nagyobb műszaki biztonságot, a továbbfejlesztéshez szükséges műszaki információt nyújt, hanem a leggazdaságosabb eljárás is.