



Végezzük el az alábbi kísérletet: tegyünk egy pohár vízbe egy rézcsődarabot és egy vaslemezkét úgy, hogy a két fém dróttal össze van kötve, azaz fémes kapcsolatban állnak egymással. Mi történik?

Másnap, amikor kivesszük a pohár vízből a fémekeket, azt láthatjuk, hogy a vaslemezke réz színűvé változott, azaz rézbevonatot kapott. Ha az ehhez hasonló folyamat nagyon hosszú ideig tartana pl. egy oxigéndús fűtési rendszerben, akkor az erős réz ionok addig nem nyugodnának, míg át nem rágnák a vasfelületet, azaz ki nem lyukasztanák azt.

Ez azért van így, mert a vízzel érintkező különböző fémeknek különböző az elektromos potenciál értéke. (A normál-potenciál skála az első ábrán látható.) És általában az erősebb fém eszi meg a gyengébbet.

{Saját szóhasználatomban gyengébbnek nevezem a negatívabb fémekeket és erősebbnek a pozitívabb fémekeket (így a skála alapján erősebbnek nevezem a vasat a horganynál, a rezet a vasnál, stb.)}

Főleg akkor gyors az elektrokémiai korróziós folyamat, ha:

- a különböző fémek között fémes kapcsolat is van,
- nagy az elektromos potenciálkülönbség,
- az erős fémből, mint felületből túl sok van a rendszeren belül,
- és az oxigéntartalom is sok.

Nézzünk példákat a potenciálkülönbségek gyakorlati alkalmazása témaköréből:

Miért van magnézium anód, Mg rúd egy bojlerben? Mert az a szerepe, hogy mint gyengébb fém előbb ő menjen tönkre, előbb ő fogyjon el (mint anód) és ezen idő alatt szinte egyáltalán nem károsodnak a nálánál erősebb fémeke! Még egyszer hangsúlyozom hogy a megfogalmazás nem vegyszeti, hanem egy az épületgépészek számára jóval könnyebben érthető nyelvezetet alkalmazok.

Miért látják el cinkbevonattal az ivóvízcövet? (a cink a horgany) Mert mint gyengébb fém védi a vasat. És a cink rendkívül jól ellenáll az oxigéndús ivóvíz hatásainak, ha a vízben nincsenek pl. erős rézionok! 60°C-fok fölött viszont a cink károkat okoz, így fűtési rendszerben 60°C-fok fölött nem alkalmazható.

Az Alpok országaiban a bádigosoknak is tudniuk kell, hogy alu ereszcatorna esetén a tetőt nem fedhetik be rézlemezekkel. Az esővíz ugyanis lemossa a rézionokat, azok belekerülnek az alu ereszcatornába (ami nem öntött-Alu, hanem csak Alu-lemez), az ott lévő iszapban leülnek, majd addig nem nyugszanak míg át nem rágják, azaz szitává nem lyukasztják az alu ereszcatornát.

A villanyszerelők is tudják, Magyarországon is, hogy nem szabad a réz és alu vezetéket összekötni egymással. Túl nagy a potenciálkülönbség.

## 1.2 A korrózió mint tűz!

Én a korróziót egy lassú égési folyamatnak tekintem! Így párhuzamot vonok az égéssel. Mi kell ahhoz, hogy TŰZ legyen?

Éghető anyag,  
megfelelő hőmérséklet és persze  
oxigén.

Bármelyik hiányzik a három közül, nem lesz tűz.

Ilyen formában megközelítve mi kell tehát a korrózióhoz?

Minél gyengébb fém, mint éghető anyag,  
minél nagyobb potenciálkülönbség, mint megfelelő hőmérséklet és persze  
megfelelő mennyiségű oxigén.

Bármelyik hiányzik a három közül, gyakorlatilag nem lesz korrózió. Persze jelen esetben nem foglalkozom a víz nem megfelelő pH értékével, a vízlágyítás szerepével, az inhibitorok szerepével, stb.

A potenciálkülönbség témakörében már néztünk egy-két példát, most nézzük meg a rendszerek oxigéntartalmát.

### 1.3 Mi is a helyzet az ivóvízrendszerek oxigéntartalmával?

a víz hőmérséklete	a víz oldott oxigén tartalma max.
<b>10<sup>0</sup>C</b>	<b>11 mg/liter</b>
<b>20<sup>0</sup>C</b>	<b>9 mg/liter</b>
<b>60<sup>0</sup>C</b>	<b>5 mg/liter</b>
<b>100<sup>0</sup>C</b>	<b>≅0 mg/liter</b>

#### 2. ábra

Egy liter víz oldott oxigén tartalma, ha a víz abszolút nyomása 1 bar, azaz nincs túlnyomás alatt

Nagyobb nyomásokon még több oxigént tud a víz magában tartani oldott állapotban. Így a 2. ábra az ivóvízrendszerek oxigéntartalmára csak tájékoztató jellegű, de nagyságrendileg jó kiindulási alap.

### 1.4 És mi a helyzet a fűtési rendszerekben a víz oxigéntartalmával?

Saját egyéni magyarázatom alapján a vízben háromféle oxigén van.

- 1) mint vegyület, a H<sub>2</sub>O oxigénje, ezzel mi épületgépészek nem foglalkozunk,
- 2) az oldott oxigéntartalom, amelyet 1 liter fazéknyi víz vonatkozásában a 2-es ábra mutat és
- 3) az oxigéngáz, amelyet pl. az automata légtelenítőkön keresztül kiengedünk a rendszerből.

Amikor egy üres fűtési rendszert nagyon jó kilégtelenítés közepette feltöltünk ivóvízzel, akkor minden egyes liter víz 100-szor annyi mg oxigént tartalmaz oldott állapotban, mint amennyi a megengedett. A megengedett oldott oxigén tartalom ugyanis max.

**0,1 mg/liter**

a fűtési rendszerekben, de amilyen vízzel feltöltünk, abban a 10<sup>0</sup>C-fokos vízben 11 mg/liter mennyiség van. Mi történik ezzel a rengeteg oldott oxigénnel? Hogyan csökken ez le 0,1 mg/liter alá? A következő folyamatok történnek:

Az összes fűtővizet felmelegítjük pl. 60<sup>0</sup>C-ra. Ekkor a víz már csak max. 5 mg/liter oxigént tud magában tartani oldott állapotban. (Lásd a 2. ábrát 60<sup>0</sup>C-fokon) Tehát a vízből a melegítés hatására gázok lépnek ki. Oxigéngáz, kéngáz, hidrogéngáz. A szakzsargon egyszerűen csak levegőnek hívja ezeket a gázokat is és azt mondjuk, hogy légtelenítünk, pedig valójában gáztalanítóknak kellene hívni a légtelenítőket. Szóval a melegítés hatására a víz oldott oxigén tartalma lecsökken 11-ről jelen esetben 5-re és

$$11-5=6$$

tehát minden egyes liter vízből kilépett 6 mg oxigén, mint gáz. Ez az az oxigén gáz, amelyet az automata légtelenítők (gáztalanítók) ki tudnak engedni a rendszerből. De még mindig a víz minden egyes literében benne maradt 5 mg oxigén oldott állapotban! Ezeket az oldott állapotú oxigéneket még az automata légtelenítő sem tudja eltávolítani. Mi történik ezzel az oxigéntartalommal? Ez még mindig 50-szer annyi, mint a megengedett 0,1 mg/liter.

Mivel a fűtővíz oldott oxigén tartalma még 5 mg/liter, így ez korróziót okoz! A korróziós folyamatok során azonban az oldott oxigén kémiailag beépül mint vegyületbe a rozsdavegyületbe. Így tulajdonképpen a korróziós folyamatok miatt a fűtővíz oldott oxigén tartalma is elfogy [azaz lecsökken pl. 0,1 mg/liter alá].

A tapasztalatok alapján, ha a fűtővízben csak olyan kevés az oxigéntartalom, hogy az 0,1 mg/liter alatti, akkor a gyakorlatban nem igazán kell számítani korrózióra. És azt is érdemes megemlíteni, hogy a gyakorlatban egy jó fűtési rendszerben betartható a max. 0,1 mg/literes oldott oxigén tartalom!

A további kérdés csak az, hogy kívülről, a levegőből be tud-e jutni újabb oxigén? Ha igen és emiatt az oldott oxigénszint megemelkedik akkor a bejutó oxigén is korróziót okoz és folyamatosan fennállhat a korróziós folyamat.

Sajnos igen! Be tud jutni az oxigén, a légtérből be a fűtési rendszerbe.

A nyitott tartályos fűtésnél a nyílt vízfelszínen keresztül.

A zárt tartályos fűtésnél természetesen időegység alatt jóval kevesebb oxigén jut be, de bejut, mivel a zárt tartályos fűtés nem zárt! Csak zárt táglulási tartályos! Nézzünk erre egy kis bizonyítékot!

### **1.5 Zárt fűtési rendszer nem létezik!**

A zárt tartályos fűtések is néha-néha pótvízzel kell feltölteni. Miért? Egyszer már feltöltöttük vízzel a beüzemeléskor, a rendszer „zárt”, hát nem? Akkor miért kell utántölteni? Hová tűnik el a víz egy része? Hiszen nem is csöpög semmi. A rendszer tömör. Nézzük, mi is történik? Üzemszünetben a rendszer víztartalma lehül. Majd ismét beindul a fűtés. A rendszer víztartalmát felmelegítjük. A víz párolog. És én, mint buta épületgépész hiába nevezem zártnak a fűtési rendszert, a párologásnak nem zárt! A vízgőz kipárolog. Kipárolog például a légtelenítőkön keresztül, a menettömítéseken keresztül. (Legalább a káros gázok is távozni tudnak!) Emiatt tűnik el a víz egy része és emiatt kell néha-néha vízutánpótlás. A zárt tartályos fűtés tehát nem zárt! A molekulák úgy mennek ki és be ahogy csak akarnak. Jelenleg nem vagyunk képesek olyan fűtési rendszert kivitelezni, amelyre azt mondhatnánk, hogy zárt. Hogy semmi köze a fűtési rendszer belsejének ahhoz az élővilághoz, amelyben mi élünk.

### **1.6 Az oxigéndiffúzió és a parciális nyomáskülönbség**

Még egy bizonyíték arra, hogy a zárt tartályos fűtési rendszer sem tud zárt lenni. Az 1 bar abszolút nyomású levegőnek kb. a 20 %-a oxigén, így a légtérben az oxigén résznyomása, azaz parciális nyomása 0,2 bar.

A fűtési vízben az oxigén résznyomása közel 0,00.... bar, azaz gyakorlatilag nulla bar.

Mivel az oxigén parciális nyomása kint a légtérben nagyobb, mint bent a fűtési vízben, emiatt az oxigén kívülről igyekszik befelé!

De hol jut be az oxigén? A fémfelületeken keresztül nem, mert a fémek molekulaszervezete olyan sűrűn szőtt háló, hogy nem férnek át rajta az oxigénmolekulák. Viszont bejuthat a légtelenítőkön keresztül, a menetes kötéseken keresztül és a nem fémbetűtes műanyagcsöveken keresztül.

Nézzük meg néhány anyag oxigéndiffúziós tényezőjét! Az oxigéndiffúziós tényező egy anyagállandó, amely megmondja, hogy 1 mm vastagságú anyag hány gramm (g) oxigént enged át 1 nap leforgása alatt, ha a felülete 1 m<sup>2</sup> és a nyomáskülönbség az oxigénre vonatkozóan az anyag két oldalán 1 bar.

Az anyag megnevezése:	oxigéndiffúziós tényezője:
O <sub>2</sub> STOP réteg nélküli műanyagcsövek (PP, PE és PEX csövek)	0,05 ... 0,1
Celofán	0,000.53
maga az O <sub>2</sub> STOP réteg (EVOH)	0,000.004.8
ötrétegű csövek és a fémcsövek	0

### 3. ábra

Műanyagok oxigéndiffúziós tényezője 40<sup>0</sup>C-fokon,

$$\frac{\text{g mm}}{\text{m}^2 \text{ nap bar}}$$

mértékegységben.

A 3. ábrából érdemes megfigyelni, hogy a háziasszonyok által használt celofán milyen jól zár oxigéndiffúzió ellen. És persze azt is, hogy az EVOH vegyület, mint O<sub>2</sub>STOP réteg 10.000-szer kevesebb oxigént enged át fajlagosan, mint maga a műanyagcső. Ilyen O<sub>2</sub>STOP réteget szoktak alkalmazni a (polietilén = PE) és a (térhálósított PE = PEX) csöveken.

Meg kell említenem, hogy még mindig találkozom olyan szakemberekkel, akik azt hiszik, hogy a térhálósított csövek oxigéndiffúzió ellen is automatikusan védettek. Fontos tudni tehát, hogy a térhálósítás azért fontos, mert a térbeli hálós molekulaszervezet sokkal magasabb hőmérsékleteket bír sokkal hosszabb élettartammal. Az oxigén áteresztés ellen, tehát az oxigéndiffúzió ellen csak egy O<sub>2</sub>STOP réteg véd egészen jól, vagy még inkább egy fémréteg véd tökéletesen, mint az ötrétegű csövekben a középső alu réteg.

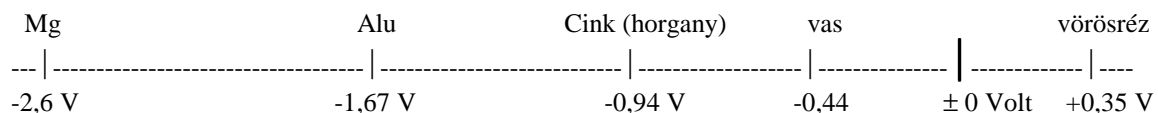
## 2. SZABÁLYOK A VÍZZEL ÜZEMELŐ CSŐRENDSZEREKBE

Az általános tudnivalók ismertetése után nézzük a konkrét épületgépészeti szabályokat! El kell kerülni, hogy a tűz, a lassú égési folyamat, vagyis az elektrokémiai korrózió működjön! Azaz a tűz három feltételéből ki kell zárni legalább egyet.

### 2.1 Ivóvízrendszerben a folyásirány szabály

Mivel az ivóvízrendszerekben a víz tele van oxigénnel, hiszen eleve így van ez jól, nem possadt, azaz oxigénhiányos vizet szeretnénk fogyasztani, emiatt az oxigént kiküszöbölni nem lehet. Emiatt csak azt lehetséges elkerülni, hogy a gyengébb fémekben ne áramoljon erősebb fémionokat tartalmazó víz. Tehát a víz folyásirányában haladva csak ugyanolyan, vagy semleges, vagy inkább egyre erősebb anyagokat alkalmazzunk. Ez a folyásirány szabály!

Lásd ismét az 1. ábrán a normál-potenciál skálát!



### 1. ábra még egyszer

A vízzel érintkező fémek normál-potenciál skálája

Tehát!!! Réz vezetékek után nem szabad alkalmazni sem az acél, sem a hga, sem az alumínium anyagokat. Rézcső után csak(!) rézcső és műanyagcső alkalmazható.

Ha nincs cirkuláció, akkor az alapvezetékek lehetnek pl. hga csövek, a felszállók és az ágvezetékek rézcsövek. De ha cirkuláció is van, akkor a rézcsövekből visszajut a réz ionokat is tartalmazó víz a gyengébb fémek felé, amely ilyen oxigéndús környezetben TILOS! Cirkuláció esetén legyenek inkább a felszállók is és az ágvezetékek is vagy műanyagcsövek, vagy ötrétegű csövek!

A napenergiával foglalkozó szakirodalom is tiltja hogy a tárolótól hga csőben vezessük el a melegvizet, ha a tárolóban réz hőcserélőt alkalmazunk.

A réz-ionok, főleg ha sok a vörösrézfelület, ion-korróziót okozhatnak, pl. pár év alatt kilyukasztják a horganyzott használati melegvízvezetékeket(!), sőt még a saválló acél mosogató is kilyukadhat a vízben lévő réz-ionoktól! Gyakorlati példák már Magyarországon is akadtak. Sajnos! Jó lenne a korróziós szabályokat nagyobb hangsúllyal ismertetni a szakemberek körében, mert ma már a nagy választék miatt rengeteg anyagot keverhetünk össze egy mai vizes rendszerben!

Meg kell még említenem, hogy a fémcsövek a vízkőlerakódások miatt is problémát jelentenek, sőt a rézcsövekről ma már köztudott, hogy amennyiben egy rézcsőben {ha a csőnek (és az idomoknak is) nincs cinkbevonata} sokáig áll a víz, akkor az a víz már nem tekinthető ivóvíz minőségűnek. Ritkán használt vízvezetési egységeket (pl. nyaralók) tehát semmiképpen nem javasolok rézcsövekből készíttetni! Ha a rézcsőben sokáig áll a víz, akkor az már nem tekinthető ivóvíznek (DIN 1988. 4. rész 3.5. pont). Ezért zajlik erőteljesen Nyugat-Európában is az a tendencia, hogy a vízrendszerekben a fémcsöveket felváltják a műanyagcsövek.

## 2.2 Fűtővízrendszerben az alacsony oxigéntartalom és a homogén anyagok

Fűtési rendszerben mindenképpen meg kell próbálni úgy is kizárni a tűz, a lassú égési folyamat, vagyis az elektrokémiai korrózió működését, hogy alacsonyan tartjuk az oxigéntartalmat. Mivel azonban ez nem is olyan egyszerű dolog, hiszen még a zárt tartályos fűtési rendszer sem zárt, az oxigén a parciális nyomáskülönbsége miatt befelé igyekszik, emiatt mindenképpen el kell kerülni még a nagy potenciálkülönbségű fémek alkalmazását is! Főleg akkor, ha az erősebb fémből lenne sokkal több felület, mint a gyengébb fémből. Hiszen az erősebb fém eszi meg a gyengébbet, főleg ha az erősebb fémből van a nagyobb felület.

Az elektronpotenciál-különbséget ki lehet küszöbölni! Úgy, hogy **homogén rendszert** alkalmazunk! Pl. a nagy belső felülettel rendelkező elemek, mint a radiátorok, a csövek és a kazán az alábbiak legyenek:

- |   |   |          |
|---|---|----------|
| a hőleadó:  | a cső:  | a kazán: |
| a) alumínium radiátorokhoz: Alu, vagy <b>műanyag</b> , esetleg <b>acél cső</b>  | és öntött Alu, esetleg acél, vagy öv. kazán   |          |
| b) acél radiátorokhoz: acél, vagy <b>műanyag cső</b>  | és acél, vagy öntött Alu, vagy rozsdamentes kazán   |          |
| Ezen előző két variációban szinte csak negatív fém-ionok keringenek a vízben, a pozitív réz-ionok száma rendkívül kicsi. (Igen, réz ionok is előfordulnak, hiszen pl. a szelepek anyaga réz, jobb lenne, ha a szelepek, fittingek nikkelezett termékek lennének!) |   |          |
| c) réz hőleadókhoz (Fan-coil, szegélyfűtők, stb.) <b>réz</b> , vagy <b>műanyag cső</b>  | és réz, vagy öntött Alu (vagy rozsdamentes) kazán. E variációban csak korrózióállóbb fémek, nemesfémek és műanyagok érintkeznek a vízzel. |          |

### 4. ábra

Hogyan legyen homogén egy fűtési rendszer?

Megjegyzés: **Az öntött-vas kazánok és az öntött-Alu kazánok (de nem a húzott Alu radiátorok) különlegesen korrózióállóak. Az öntött Alu kazán hasonló egy autó öntött Alu motorblokkjához, a motorblokkon sincs soha egyetlen egy rozsdafolt sem! Nem véletlen, hogy a kondenzációs kazántechnika öntött Alu kazántesteket alkalmaz!**

Viszont nagyon fontos megemlíteni, hogy az oxigéndiffúziós jelenség miatt a fűtési rendszerben műanyagcsövet csak olyat alkalmazzunk, amely:

vagy O<sub>2</sub>STOP réteggel van ellátva,

vagy még inkább fémbetétes, mint az ötrétegű csövek.

Az ilyen műanyagcsövek viszont véleményem szerint sokkal jobbak, szinte minden szempontból, mint a rézcsövek, vagy az acélsövek.

**Víz-, és fűtési-, és hűtési rendszerekben tehát az ötrétegű műanyag csövek és a cink-kiválásmentes, (pl. nikkelezett fittingek) vagy szintetikus PPSU fittingek (mivel korróziós szempontból semlegesek) bármilyen fém anyagok között kiválóan alkalmazhatók !!!**

Mint, ahogy az írás elején az összefoglalóban megtalálható:

*Galvanikus korrózió jön létre, ha eltérő potenciájú fémek kapcsolatban vannak egymással és víz is jelen van elektrolitként! Még mindig jobb, ha alu (pl. radiátor) és vörösréz (pl. kazán) között műanyagot alkalmazzunk (pl. ötrétegű csövet)!*

Így legalább fémes kapcsolat nincs a kazán és a radiátor különböző elektromos potenciájú anyagai között. Csak a víz, mint elektrolit és benne a különböző ionok jelentik a kapcsolatot.

Még néhány tanács a mai rossz gyakorlat elkerülésére:

a) Amennyiben a radiátorok anyaga alu, mint a panelházak többségében, akkor a felújítások során (amennyiben megmaradnak az alu radiátorok), senkinek nem javaslom a rézvezetékek alkalmazását! Az acélsövek kiváltására ilyenkor csak a műanyagcsövek jöhetnek szóba, elsősorban az ötrétegű csövek a tökéletes oxigéndiffúziós zárásuk miatt, de a fittingek is az egyszerű réz idomok helyett pl. nikkelezett idomok legyenek!

b) Amennyiben a radiátorok anyaga acéllemez, úgy lehetőleg ne alkalmazzunk a rendszerben nagy rézfelületeket, tehát sem rézcsöveket, sem rezes kazánt. De ha a kazán egy kis rendszerben fali rezes kazán, akkor még mindig inkább műanyagcsöveket (pl. ötrétegűt) célszerű beépíteni.

c) Amennyiben pedig a hőleadók rezes Fan-coil-ok, úgy a kazán legyen rezes, vagy öntött-Alu, és a csövek vagy rézcsövek, de még inkább műanyagcsövek (pl. ötrétegűek). De nagy rendszerekben, ha az alapvezetékek acélsövek, akkor a felszállók és az ágvezetékek mindenképpen műanyagcsövek legyenek.

A rezet csak akkor javaslom alkalmazni, ha minden rézből és rozsdamentes acélből van, a kazán is, az alapvezetékek is, a többi vezeték is és a hőleadók is. Persze az oxigéndiffúziómentes műanyagcsövek ilyen rendszerekbe is tökéletesen beillenek.

Ezért zajlik erőteljesen Nyugat-Európában is az a tendencia, hogy a fűtési,- és hűtési rendszerekben a fémcsöveket felváltják az oxigéndiffúziómentes műanyagcsövek.

## 2.3 Még néhány finomság

Ugyan nem teljesen korróziós téma, viszont a minőségre és az élettartamra és így a környezetvédelemre is kihat, és mivel a szakemberek körében tömegesen tapasztalom a részletek ismeretének hiányát, így megemlítem az alábbiakat:

Ha már valaki ötrétegű csőrendszert alkalmaz, hiszen minden kétséget kizárva ma Nyugat-Európában ez az adu, és egy picikét igényesebb szeretne lenni, akkor nézze meg a részleteket is! Nem elég, hogy egy rendszert ötrétegűnek neveznek, ezen rendszerek között lényeges műszaki különbségek találhatók. Pl.:

Az ötrétegű cső PE rétegei térhálósítottak-e, azaz PEX/Al/PEX csövekről van szó, vagy a nem térhálósított PERT/Al/PERT csövekről?

Az idomok press-fittingek e (amelyekben nem ám 2 gumigyűrű tömít!), vagy csak villáskulccsal szerelhető idomokat raknak a padló alá?

**A press-fittingek csak egyszerű réz idomok, vagy cink-kiválásmentes illetve nikkelezett idomok e?** A nikkel bele gyökeredik a réz pórusaiba, így a réz porózusmentes lesz, a felület kopásállóbb lesz, cink-kiválásmentes lesz, és a nikkelezés jobban megvédi az idomot a külső korróziótól is (pl.: mésztől, cementtől, betontól, vakolattól)!

### **3. BEFEJEZŐ GONDOLATOK**

Természetesen ez a téma olyan nagy, hogy rengeteg apró részletet lehetne még nagyító alá venni. A fentiekben csak az én szubjektív elhatározásom alapján választottam ki jó néhány, szerintem fontos kérdéskört.

Amennyiben Önt is érdeklik e téma finomságai és kapcsolatot szeretne felvenni velem, úgy kérem keressen kezdő lépésként a mobilomon!

Székesfehérvár, 2006. október

*Horvát Miklós*