

# Időjárásálló acélok károsodása

Dr. Dévényi László\* – Bagi István\*

Az 1930-as évek óta ismert, hogy a kis karbontartalmú acélok réz és foszfor ötvözés esetén a (nem ipari és nem tengeri) légköri korrózióval szemben ellenállóbbá válnak. Az említett ötvözőkön túl még krómot is tartalmazó úgynevezett időjárásálló acélok Corten márkanéven a legismertebbek. Az ehhez hasonló összetételű magyar Korell acélokból az 1960-as, 70-es években közel ezer darab nagyfeszültségű távvezetési oszlop készült. A korróziós körülményekre és a konstrukciós kialakításra vonatkozó tapasztalatainkat ismertetjük munkánkban.

A rácsos kivitelű acél távvezetési oszlopokon az üzemeltetők a következő problémákkal találkoztak:

– Az állandó jelleggel párás környezetű szerkezeti elemek korróziója mind a hasonló anyagú, de száraz klímájú, mind a szénacél oszlopokhoz képest magas értékű (méréseink szerint negyede – fele a festetlen szénacélokénak).

– Olyan környezetben, ahol a nedves időjárási időszakokat nem szaktíják meg száradási periódusok, nem alakul ki a tömör, a korrózió sebességét jelentősen csökkenő ún. korell-rozsda.

– A csomólemezek és rácsrudak, illetve a rácsrudak között lemezes szerkezetű, egyre növekvő vastagságú rozsdaréteg alakul ki. A csavarok igénybevétele összetett lesz, ezért elszakadásuktól, lepattanásuktól kell tartani. A rozsdaréteg miatti „külpontos” mechanikai igénybevétel hátrányosan hat az oszlopszerkezet mechanikai stabilitására.

– A laza, lepergő, a csapadékkal sodorva „lefolyó” rozsda a szigetelőláncokon átütési szempontból kedvezőtlen.

## Vizsgálatok

Az elmúlt években eltérő mikro- és makroklímájú környezetben üzemelő mintegy 20 távvezetési vonalon 250 oszlopot vizsgáltunk. Meghatároztuk a szerkezeti elemek és oxidrétegeik kémiai összetételét, mechanikai szilárdságát, keménységét, mértük a szabad felületeken és a csomópontokban az oxidréteg vastagságát, a pitting korrózió miatti felületi egyenlőtlenséget, szemrevételezéssel az acélszerkezeti sérüléseket, torzulásokat, hiányokat. Elvégeztük a mintegy 13000 mért adat statisztikai feldolgozását. Néhány oszloptípust különböző terhelési variánsok mellett mechanikai állékonyásra is ellenőriztünk.

Méréseink közül munkánkban konkrétan csak néhányat ismertetünk, de a statisztikai vizsgálatokból levonható következtetéseket közöljük.

Az 1. táblázatban a vizsgált, különböző jellegűnek tartott acélok kémiai összetételét hasonlítjuk össze a szabványos előírásokkal. Általánosan megállapítható, hogy a korrózióállóságot növelő foszfor és réz koncentrációjával a szabványban rögzített sávokat gyakran túllépték. A kémiai (adag) összetétel ilyen mértékű szórásának a korróziós sebességre való hatása az irodalomból megbízhatóan nem ismert.

Vizsgáltuk a szabad felületeken a különböző színű, és szerkezetű, könnyen leváló rozsdarétegek átlagos összetételét (2. táblázat). A rétegek pH értéke lényegében azonosnak tekinthető, és megfelel a légkörből a felületre jutó savas jellegű csapadék okozta hatásnak. A lényegében a víztartalomra utaló ún. hevítési veszteség 11–15% közötti, ennek következményeire a későbbiekben még kitérünk. A kénvegyület koncentráció az időben később keletkező, könnyebben leváló rétegekben (a táblázat oszlopaiban balról jobbra haladva) ezzel a tömbi átlag-

méréssel is magasabbnak adódik. A vizsgált oxidréteg mintákban réz-tartalmat kimutatható mennyiségben nem találtunk.

1. táblázat. Tipikus vizsgált időjárásálló acélösszetételek, és az MSZ 6259 előírások.

	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"	LK 37	LK 45
C%	0,07	0,09	0,07	0,06	0,06	0,08	max. 0,13	max. 0,14
Si%	0,31	0,37	0,23	0,16	0,15	0,19	0,15-0,5	0,15-0,5
Mn%	0,44	0,54	0,48	0,35	0,33	0,41	max. 0,60	max. 0,80
P%	0,080	0,062	0,093	0,024	0,027	0,038	max. 0,04	max. 0,04
S%	0,038	0,020	0,035	0,028	0,029	0,031	max. 0,04	max. 0,04
Cr%	0,93	0,79	0,96	0,63	0,62	0,81	0,50-0,8	0,50-1,0
Ni%	0,32	0,30	0,34	0,39	0,41	0,36	0,20-0,4	0,30-0,6
Cu%	0,52	0,47	0,55	0,54	0,56	0,53	0,20-0,5	0,20-0,5

2. táblázat. A könnyen leválasztható oxidrétegek összetétele.

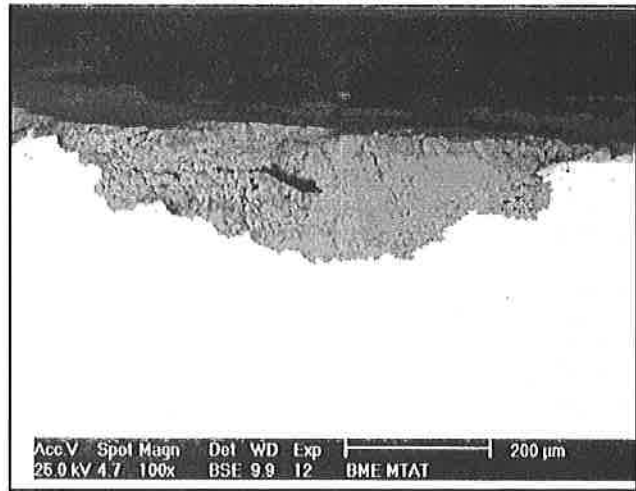
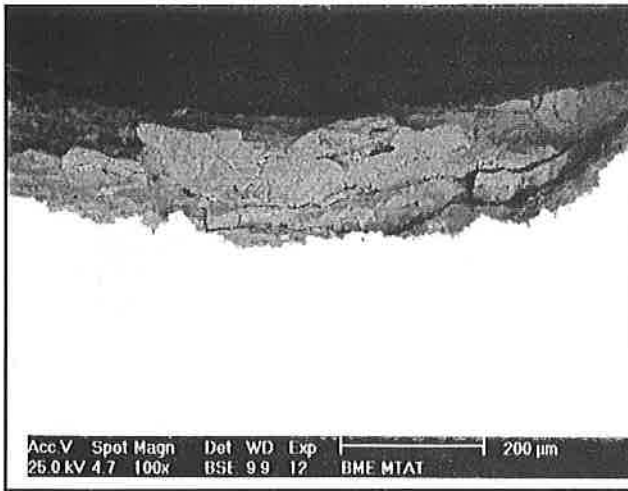
A rozsdá színe és formája	Rozsdavörös, lamellás nagyméretű leválások, acélhoz közeli oxid	Rozsdavörös, lamellás, apró leválások, oxidréteg közepéről	Rozsdabarna, lamellás, apró leválások, külső felületről
pH	5,8	5,5	5,5
CO3%	0	0	0
Hevítési veszteség%	11,5	14,4	14,0
Fe203%	82,2	79,8	81,8
SO3%	0,38	1,1	1,39
SiO2%	0,74	0,90	0,46
Cr%	0,34	0,33	0,34
Cu%	0	0	0

Az oxidréteg struktúráját a keresztmetszeti csiszolatokról pásztázó elektronmikroszkóppal készült 1.-2. ábrán mutatjuk be. Az acélfelülethez közeli rozsdarétegek jobban tapadnak, nehezebben válnak le. Energiadiszipatív röntgenanalízissel mértük az acélban, és az oxidrétegben az acélfelülettől távolodva a kémiai összetételt (3. táblázat, 3. ábra). Az oxidrétegben a külső savas környezet hatásai világosan felismerhetők. A külső felület felé haladva növekszik az oxidáltság mértéke, és a növekvő savas hatást jelentő C és S koncentráció. Az alkáli elemek közül a Na növekedése jól kimutatható, a Mg és K változásának megítélése részletesebb vizsgálatokat igényelne, de azok növekvő jellege is valószínű. A savas oldás a krómot és a rezet teljesen

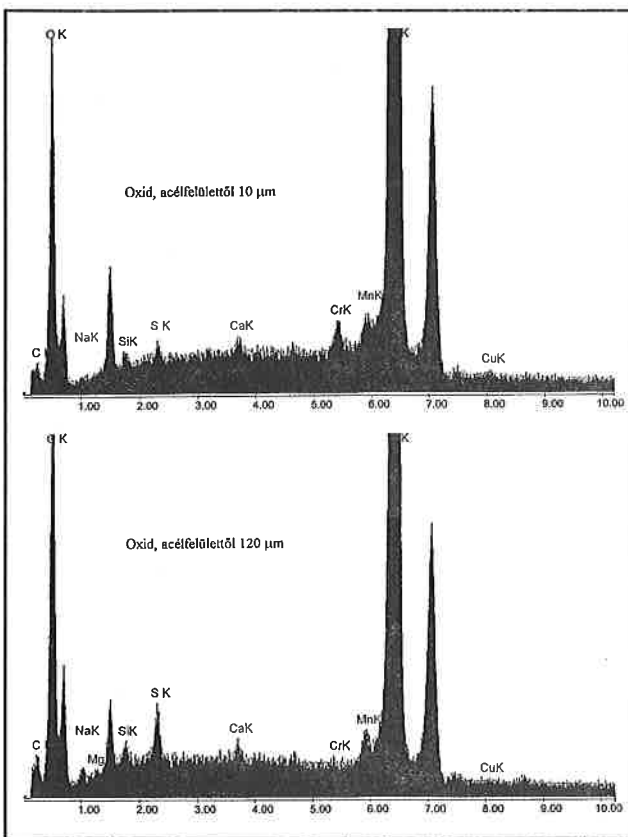
3. táblázat. Kémiai összetétel (EDS mérés) az acélban, és változása a rozsdarétegben.

Acélfelülettől a koncentráció + növekvő - csökkenő	Acél	Oxid, távolság az acél felületétől		
		10 [µm]	50 [µm]	120 [µm]
C +	nem vizsgált	5,35	6,16	7,02
O +		11,95	15,92	16,30
Na +		0,23	0,30	0,68
Mg				0,13
Si +	0,64	0,41	0,46	0,54
S +		0,27	0,47	0,72
Ca		0,28	0,18	0,30
Cr -	0,81	0,58	0,43	0
Mn	1,34	1,26	1,16	1,23
Cu -	0,69	0,45	0,24	0

\*Budapesti Műszaki Egyetem  
Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Tanszék  
XI. Goldmann Gy. tér 3.



1., 2. ábra



3. ábra. Oxidréteg EDS spektumai

eltávolítja az oxidréteg külső rétegeiből. A korrodálódás során az oxidoknak az acélfelülethez képest bekövetkező fajtérforog változása, és a részleges oldódás az oxid fellazulásához, porózussá válásához, a felületről való könnyebb lepergéséhez vezet. A laza oxidrétegek megtartják a nedvességet, és ez a víztartalom a zárt acélszerkezeti részekben fagyásos/olvadási időjárás periódusokban az egyes szerkezeti elemek szétfeszülését okozza.

### Néhány fontosabb megállapítás:

- A vizsgált anyagok kémiai összetétele általában a szabványos korlátértékek közötti, gyakori a réz és a foszfor túllövőzése.
- A szabad acélfelületen keletkező oxid alsó rétege tömör, amorf, az acéltől távolodva csökkenő rézkoncentrációval. Ennek a rétegnek tulaj-

donítható, hogy a korrózió sebessége mintegy fele-harmada a szén-acélokénak. A tömör struktúrát egy laza, lepergő, krómot és rézet nem tartalmazó réteg fedi. Jelentős kéntartalma elsősorban a savas légkörből származik.

- A csomópontok közötti rozsdá laza, leveles szerkezetű. A többoldalról zárt geometria miatt a száradási feltételek a szabad felülethez képest rosszabbak. A nedves rozsdá a téli időszakban gyakori fagyási-olvadási periódusok alatt feszíti a kötőelemeket, és marad alakváltozásokat okozva egyre növeli a rozsdá rétegvastagságát.

- Az oszlopkonstrukciókat 37-es szilárdsági osztályú szénacélokra tervezték. Méréseink szerint a beépített anyagok általában 45-ös osztályúak, de van olyan távvezetési vonal is, ahol még magasabb, 52-es minősítésű elemeket is találtunk.

- A tényleges korrózióra, a teherviselő keresztmetszetekre vonatkozó adatok, és üzemviteli megfontolások alapján optimális beavatkozási stratégia dolgozható ki. A nyílt felületekről a jól tapadó revertegy (különösen a kráterekből) mechanikus módszerekkel csak nehezen távolítható el. A vizsgált festési technológiák alkalmazásával a korrózió sebessége jelentősen csökkenthető. A csomópontokban, csomólemezekben, fedett helyeken lévő oxidréteg teljes szerkezeti megbontás nélkül nem távolítható el, és megfelelően ki sem szárítható. Mechanikus tisztítás, penetrálás, majd rugalmas, tömör kittanyaggal történő lezárás, és festés lassítja a korróziós folyamatokat, de a védőhatás a nyílt felületekhez képest rövidebb időtartamú.

- A helyszíni szemrevételezéses állapotfelmérések alapján szükséges kötőelem és rácsrúd javítások, pótlások, valamint a mechanikai ellenőrző számításokkal indokolt megerősítések után elvégzett festéssel felületvédelem jelentősen meghosszabbítja a távvezetési vonalak biztonságos üzemvitelű maradék élettartamát.

A munka statisztikai vizsgálati része az MVM Rt. és az OVIT támogatásával készült.

### Irodalom:

E.J. Goodwin, J.C. Pohlman: Corrosion Resistance of Transmission Structures Fabricated from Weathering Steel. IEEE Transaction on Power Delivery, Vol.8. No.1. January 1993.

L.Dévényi, I.Bagi, M.Káldor: Damage of transmission structures fabricated from weathering steels. EUROMAT '94, Conference Proceedings III. p.999-1002, Balatonszéplak, 30.05.-01.06.1994.

László Dévényi: Transmission Structures Fabricated from Weathering Steel. Lecture at the Korean Advanced Institute of Science and Technology (03.05.1996) in the Republic of Korea, Taejon. Invited by: Prof. Soo Woo Nam

L.Dévényi, I.Bagi: Damage of Weathering Steels. "GÉPÉSZET '98" First Conference on Mechanical Engineering, Technical University of Budapest, May 28-29, 1998. p.74-78