

Horganyzott acéllemezek intermetallikus rétegeinek vizsgálata elektronmikroszkóppal

Az acél korrózióvédelmének biztosítására az egyik leghatékonyabb megoldás a horganyzás. A horganyréteggel szemben fontos elvárás az, hogy ellenálljon a külső mechanikai hatásoknak, és jól tapadjon az alapfémre. Az alapfém és a horganyréteg között kialakult intermetallikus réteg alumíniumtartalma hatással van a horganyréteg tapadására, ezért az intermetallikus réteg kémiai összetételének pontos ismerete fontos tényező lehet a gyártott termék minőségének biztosításában. Az intermetallikus réteg lokális kémiai analízise pásztázó elektron-

mikroszkóp és energiadiszperzív analizátor segítségével megoldható, de a hagyományos metszeti vizsgálatok feltehetően nem szolgáltatnak pontos eredményt. A cikk bemutat egy lehetséges megoldást az intermetallikus réteg pontosabb kémiai vizsgálatára, amely szerint az intermetallikus réteg felületen keresztül történő vizsgálattal (a horganyréteg lemaratása után) és a túl nagy gerjesztési térfogatból adódó hiba minimalizálásával az alumíniumtartalom meghatározásának pontossága javítható.

1. Horganyzott acéllemezek vizsgálata

Az acélok felhasználásuk során ki vannak téve a környezet káros hatásainak. A korróziós folyamat során az acél folyamatosan oldódik, ezért a falvastagsága csökken, amely lecsökkenti élettartamát. Az élettartam növelése érdekében ma már gazdaságossági szempontok miatt korróziós pótlékot (a lemezzvastagság növelése) nem alkalmaznak, helyette korrózióvédelmet kell biztosítani az acél számára. A passzív korrózióvédelem egyik leghatékonyabb formája az acél horganyzása, mivel a festékes bevonattal szemben nem szorul gyakori felújításra [1].

A horganyzott lemezekkel szemben fontos követelmény a minél jobb korró-

zióvédelem és a külső mechanikai hatásokkal szembeni ellenállás, amelynek alapfeltétele a horganyréteg megfelelő tapadása. A kielégítő minőségű horganyzott termékek gyártásának biztosításához szükséges a gyártott termék tulajdonságainak pontos ismerete. Az ipar részéről felmerült az igény a horganyzott lemezekben az acél és a horganyréteg közötti intermetallikus réteg minél pontosabb kémiai analízisére, hiszen annak összetétele – főként Al-tartalma – egyéb paraméterek (pl. felületi érdesség [2]) mellett döntően befolyásolja a korrózióvédő bevonat tapadását. Az anyagok lokális analízise nehéz feladat, de pásztázó elektronmikroszkóp és energiadiszperzív röntgenanalizátor segítségével meg-

oldható nagyon pontos mérések kivitelezése is. Egy, az eddigieknél pontosabb mérési elv kialakítása az intermetallikus réteg vizsgálatához segíthet a gyártott termék tulajdonságainak folyamatos ellenőrzésében.

A dolgozat célja egy újszerű mérési megoldás ismertetése és gyakorlati alkalmazásának bemutatása egy példán keresztül. A mérések során az intermetallikus réteget a konvencionális metszeti vizsgálatok mellett felületén keresztül is vizsgáltuk, megteremtve a lehetőségét a pontosabb lokális analízisnek. A dolgozatban leírt elektronmikroszkópos vizsgálatokat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkeztetani Tanszék laboratóriumában, Philips XL-30 típusú pásztázó elektronmikroszkóppal, az energiadiszperzív röntgenanalízist pedig a mikroszkópba épített EDAX típusú analizátorral végeztük.

A pásztázó elektronmikroszkóp olyan berendezés, amelyben egy jól fókuszált elektronnyaláb végigpásztázza a minta felületét, melynek hatására a minta felületi rétegeiből elektronok lépnek ki [3]. A beeső elektronnyaláb a mintából három, az anyagra jellemző válaszjelet vált ki: szekunder és visszaszórt elektronok lépnek ki a mintából, valamint karakterisztikus röntgensugárzás formájában röntgenfotonok hagyják el a mintát. Ezek segítségével szekunder és visszaszórt elektronképet és energiadiszperzív röntgenspektrumot készíthetünk. Az 1. ábrán a válaszjelek egymáshoz vi-

Gaál Zoltán 2003-ban szerzett gépészmérnöki oklevelet a Műegyetemen, az Integrated Engineering szakon. Diplomamunkáját "Modelling of Magnetostrictive Magnetic Circuit Using Matlab" címmel a Helsinki University of Technology, Laboratory of Electromechanics-ban készítette el. Jelenleg az MTA – BME Fémtechnológiai Kutatócsoportban tudományos segédmunkatárs, valamint 2003 szeptemberétől doktorandusz a BME MTAT-n, kutatási témája: acélok szemcsehatár-tulajdonságainak vizsgálata.

Szabó Péter János 1992-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. PhD tudományos fokozatát a Gépészmérnöki Karon szerezte meg 1995-ben. Jelenleg a Mechanikai

Technológia és Anyagszerkeztetani Tanszék egyetemi docense. Kutatási szakterülete a mikroszerkeztváltások pásztázó elektronmikroszkópos mikroanalitikára épülő vizsgálata.

Ginszler János 1966-ban szerzett gépészmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. Attól kezdve a jelenlegi Mechanikai Technológia és Anyagszerkeztetani Tanszék jogelődjein dolgozott, 1988-ban lett tanszékvezető egyetemi tanár, 1996-tól az MTA – BME Fémtechnológiai Kutatócsoport vezetője. 1988-ban szerezte meg a műszaki tudomány doktora fokozatot, és 2001-ben az MTA levelező tagjává választották. A Magyar Mérnökakadémia elnöke, további számos nemzetközi és hazai szakmai szervezet tagja, ill. vezetője.



szonyított gerjesztési térfogata látható, melyet a beeső elektronok energiája (ill. a gyorsítófeszültség) és a minta rendszáma befolyásol.

A besugárzódási mélység és az elektronmikroszkópnál használt gyorsítófeszültség között a Reed-formula írja le a kapcsolatot (1), [3].

$$R_x = 0,077 \cdot (E_0^{1,5} - E_c^{1,5}) \cdot \frac{1}{\rho} \quad (1)$$

ahol R_x a besugárzódási mélység, E_0 a primer elektronnyaláb energiája, E_c a mérendő karakterisztikus röntgensugárzás kritikus gerjesztési energiája, ρ a minta sűrűsége.

Ha a beeső elektronnyaláb hatására a mintából kilépő karakterisztikus röntgensugárzás energia (energiadiszerzív röntgenanalízis) vagy hullámhossz (hullámdiszerzív röntgenanalízis) szerint felbontjuk, akkor meghatározhatjuk a mintát alkotó atomok fajtáit. Az egyes jellemző hullámhossz- és energiaértékekhez tartozó röntgenintenzitások segítségével relatív mennyiségi analízist végezhetünk.

Az egyes elemek relatív koncentrációját a hozzájuk tartozó görbék alatti területek arányaiból számíthatjuk ki, különböző korrekciós tényezők felhasználásával. Az analízis relatív pontossága 3%, laterális és mélységi felbontása 0,5 μm . A módszer legnagyobb előnye hogy más kémiai analitikai módszerekkel ellentétben lokális analízist (egy kiválasztott pontban, területen vagy vonal mentén) tesz lehetővé az átlagos összetétel mérés

se helyett, így hasznos információkat kaphatunk a helyi dúsulásokról is.

2. Fedetlen intermetallikus rétegek vizsgálata elektronmikroszkóppal

A mérési sorozat lényegét a fedetlen felületű intermetallikus rétegek vizsgálata jelenti. A horganyzott acéllemezek hagyományos metszeti elektronmikroszkópos vizsgálatánál nagyon kicsi felületen tudjuk vizsgálni az amúgy is igen vékony intermetallikus réteget, és nem tudhatjuk biztosan, hogy a látható metszefelület alatt a réteg hogyan helyezkedik el, holott ez fontos feltétele a hiteles mérésnek. Feltételezhetjük, hogy az ilyen módon végrehajtott mérés pontossága meglehetősen bizonytalan. Felmerült az igény egy pontosabb mérési eljárás kidolgozására, amely az intermetallikus réteget nem keresztmetszetében, hanem felületén keresztül vizsgálja.

Ehhez azonban valamilyen módon el kell távolítani a réteget fedő cinkbevonatot, anélkül, hogy a nagyon vékony vizsgálandó réteg sérülne. Emiatt a cinkréteg mechanikai úton való eltávolítása szóba sem jöhet, hiszen a károsodás óhatatlanul bekövetkezne. Másik lehetőség a cink kémiai eltávolítása. Itt azonban úgy kell lemaratni a cinkbevonatot a mintáról, hogy a marószert az intermetallikus réteget sértetlenül hagyja. Ehhez 1998-ban a következő összetételű marószert kísérletezték ki [4]: 95 ml desztillált H_2O , 20 g CrO_3 , 5 ml HNO_3 , 4 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (részletek az [5] irodalomban találhatóak).

3. Egy lehetséges megoldás a vékony rétegek vizsgálatának problémájára

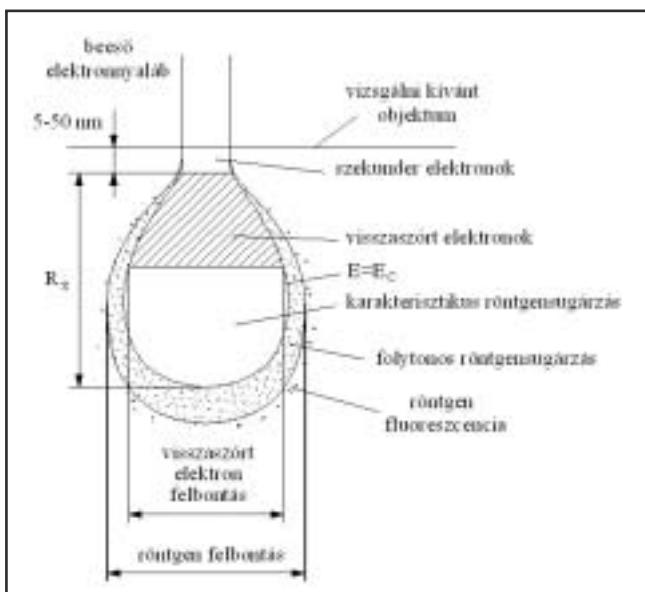
Ahogy az 1. ábrán láttuk, elektronsugaras mikroanalízis esetén a beeső elektronnyaláb a minta egy bizonyos térfogatát gerjeszti, amelyből aztán a válaszjelek kilépnek. Nagyon vékony rétegek vizsgálatakor felmerül a probléma, hogy a gerjesztett térfogat nagyobb lehet, mint a vizsgálni kívánt réteg vastagsága. A gerjesztett térfogat nagysága annál nagyobb, minél nagyobb a gyorsítófeszültség értéke. Csökkentve a gyorsítófeszültséget egyre közelebb kerülhetünk a kritikus besugárzási térfogathoz, amely alatt már biztos, hogy csak a vizsgálni kívánt rétegből lépnek ki válaszjelek. Könnyen belátható, hogy ha mérési sorozatot készítünk egyre csökkenő gyorsítófeszültség mellett, majd a pontokat egy görbével közelítjük, és a görbét a 0kV-os gyorsítófeszültség-értékre extrapoláljuk, akkor ezzel kiküszöbölhetjük annak lehetőségét, hogy a felfogott válaszjelek pontatlanok legyenek a túl nagy gerjesztési térfogat miatt. A 2. ábrán a probléma szemléltetése látható.

A mérések során 25 kV-os gyorsítófeszültségtől indulva csökkentettük folyamatosan a gyorsítófeszültséget egészen addig, míg mérni tudtuk az adott energiaszintű sugárzásokat. A mérés pontossága érdekében a beütésszámot minden gyorsítófeszültség-értéknél másodpercenként 2000 körüli értéken tartottuk.

4. A horganyzott acéllemezek metszeti vizsgálata

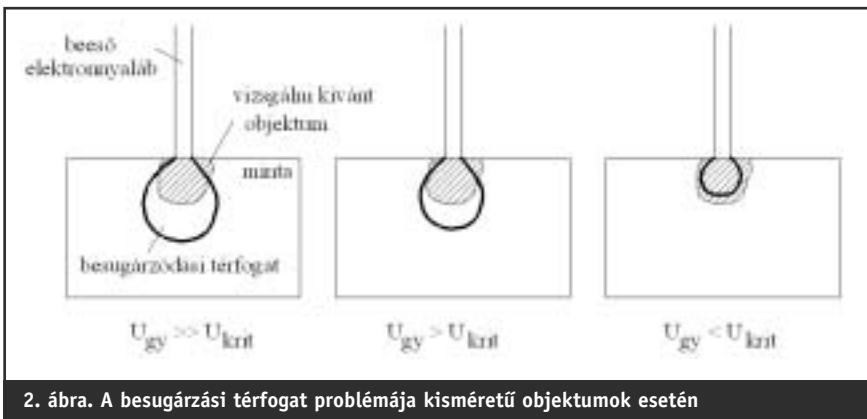
A mérések során két különböző gyártótól származó mintákat vizsgáltunk, amelyeknél a horganyfürdő Al-tartalma különböző volt. A „K” jelzésű minták külföldről származnak, az „S” jelűek hazai darabok. Közös a mintákban, hogy mindegyiket folyamatos horganyzással gyártották, ezen belül is Sendzimir-eljárással. A műgyantába öntött lemezminták metszetét először metallográfiai vizsgálatnak vettük alá pásztázó elektronmikroszkóp segítségével, majd a bevonat kémiai összetételét határoztuk meg elektronsugaras röntgenspektrométerrel. A vizsgálatok során szekunder (3. ábra) és visszaszórt elektron képet készítettünk pásztázó elektronmikroszkóppal, majd lokális területi analízissel folytattuk a röntgensugaras analízissel (4. ábra).

A 3. ábrán a külföldi mintáról a sze-



1. ábra. A válaszjelek gerjesztési térfogata [3]





2. ábra. A besugárzási térfogat problémája kisméretű objektumok esetén

kunder elektronok által alkotott kép (SE-Secondary Electron) látható 5000-szeres nagyításnál, 25 kV-os gyorsítófeszültség mellett. A kép közepén jól kivehető az alapfém és a horganyréteg közötti intermetallikus réteg, amelynek szerkezete eltér a vas és a cink szerkezetétől.

10000-szeres nagyítású szekunder elektron képet készítettünk a mintáról és megpróbáltunk megfelelő pontot keresni a képen az intermetallikus réteg lokális összetételének vizsgálatához (4. ábra).

A választott pontban analizáltuk a minta kémiai összetételét 25 kV-os gyorsítófeszültség mellett. A spektrum alapján 5 különböző karakterisztikus sugárzás intenzitását észleltük 3 anyagtól, ezek a következők voltak: ZnK α , ZnL α , FeK α , FeL α és AlK α . A próbamérések eredményei alapján úgy döntöttünk, hogy a minták esetében csak a FeK α - ZnL α - AlK α összetételben mérjük a röntgensugárzás intenzitását, mert bizonytalan az alacsony energiaszintű FeL α mérése, a magas energiaszintű ZnK α mérése pedig problémás. A gyorsítófeszültséget 25, 20,

1. táblázat

Mérési eredmények a külföldi minta esetében

K	10 KV	12 KV	15 KV	20 KV	25 KV
FeK α	10,89%	11,50%	12,31%	12,56%	15,30%
ZnL α	86,35%	85,68%	84,17%	83,71%	80,57%
AlK α	2,76%	2,82%	3,52%	3,73%	4,13%

15, 12, 10 és 6 kV-os értékekre állítottuk be, természetesen betartva a szabályt, hogy a vizsgálni kívánt legmagasabb energiaszint legalább másfélszeresének kell lennie a gyorsítófeszültségnek.

A mérési eredményeket táblázatba foglaltuk az 1. táblázatban.

A pontos összetétel meghatározásához azonban 0 kV-os gyorsítófeszültségre lenne szükség, mert elméletben ekkor lehetünk biztosak abban, hogy a besugárzási mélység nem nagyobb, mint az intermetallikus réteg vastagsága. Ezért a görbét extrapolálnunk kell a 0 kV-os értékre, úgy, hogy előtte polinomiális regresszióval meghatározzuk a görbék egyenletét. Ezt a műveletet Microcal Origin 6.0 szoftverrel végeztük, és az eredmények grafikonon ábrázolva az alábbiak (5. ábra).

A mérést és a kiértékelést ugyanígy elvégeztük a hazai mintára. A választott pontokban a minták összetétele 0 kV-ra extrapolálva a 2. táblázatban található. Az eredményeket tanulmányozva megállapítható, hogy a metszeti vizsgálataink alapján a hazai minta intermetallikus rétegének alumíniumtartalma nagyobb, mint a külföldi mintáé.

5. A fedetlen intermetallikus réteg vizsgálata

Mi indokolja a metszeti vizsgálat helyett a felületen keresztül történő vizsgálat alkalmazását? Korábbi kutatások során a vizsgálat tárgyát képező külföldi és a hazai mintákat már összehasonlították [6]. Az összehasonlítás során széleskörű vizsgálatokat végeztek, például mechanikai terhelés, hajlítás után vizsgálták a bevonat tapadását.

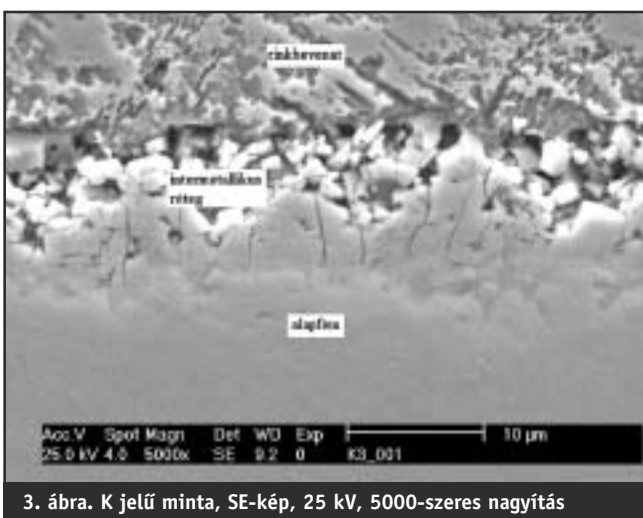
A vizsgálatok eredménye az volt, hogy az intermetallikus réteg Al-tartalma egyéb más tényezők mellett (érdesség, stb.) döntően meghatározza a bevonat minőségét. Azoknál a mintáknál, ahol kicsi volt az intermetallikus réteg Al-tartalma, a bevonat nem tapadt megfelelően vagy ki sem alakult jól elkülönülő intermetallikus fázis.

A vizsgálatok során az is kiderült, hogy a külföldi minták jobb minőségűek,

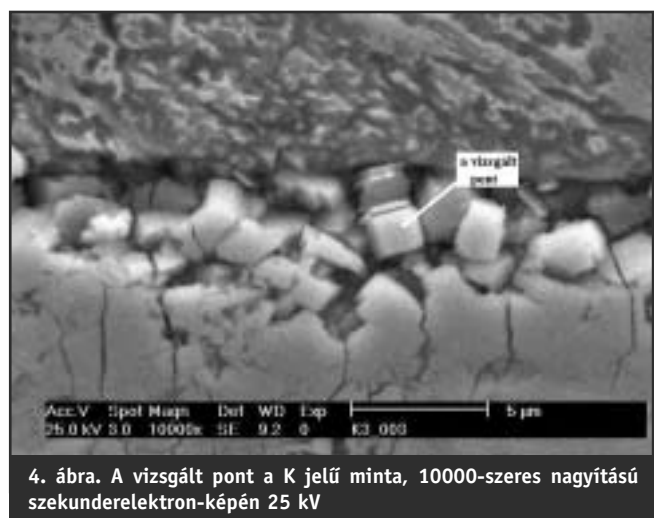
2. táblázat

A vizsgált minták összetétele tömeg-%-ban

Külföldi minta	Fe	11,21785%
	Zn	86,29756%
	Al	2,72341%
Hazai minta	Fe	10,26361%
	Zn	86,36806%
	Al	4,18898%

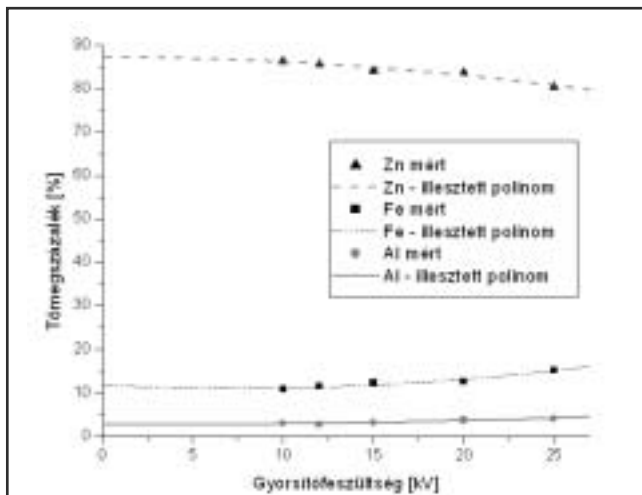


3. ábra. K jelű minta, SE-kép, 25 kV, 5000-szeres nagyítás



4. ábra. A vizsgált pont a K jelű minta, 10000-szeres nagyítású szekunderelektron-képén 25 kV

mint a hazaiak, intermetallikus rétegüknek nagyobb az Al-tartalma. Mint látható, az általunk végzett metszeti mérések eredményei ellentmondanak a korábbi eredményeknek, mert esetünkben a külföldi lemezek intermetallikus rétegének Al-tartalma kisebb, amely valószínűleg a metszeti mérés hibájából fakad. Feltételeztük,



5. ábra. A mért eredmények és az illesztett polinomok a külföldi minta esetében

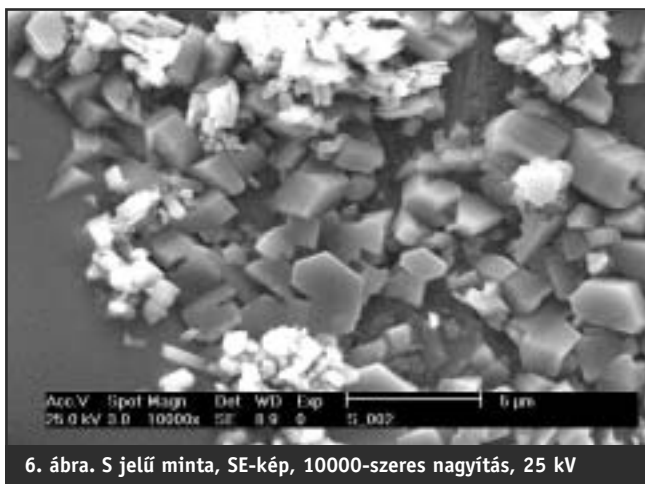
hogy a felületi mérés alkalmazásával javítani tudjuk a mérés pontosságát, amelyet az eredmények később igazoltak is.

A mintákat a felületi méréshez a következő módon kellett előkészíteni. Kivágtunk kb. 2x4cm-es darabokat mind a külföldi, mind a hazai lemezekből. Közvetlenül a mérés előtt előállítottuk a marószert az [5] irodalomban előírt összetétel szerint, amely a következő: 95 ml desztillált H₂O, 20 g CrO₃, 5 ml HNO₃, 4 g ZnSO₄·7H₂O. A vizsgálni kívánt mintát rövid ideig marattuk, megakadályozandó az igen vékony intermetallikus réteg lemaródását. A maratást addig végeztük, amíg a fémes fényű horganyzott lemez színe tompa szürkébe ment át. Ez rendszerint nem azt jelentette, hogy a cinkréteg teljesen lemaródott a lemezről, hanem foltokban, sávokban történt meg, amelyek folyamatosan nőttek a cinkréteg területének rovására.

A mérés elvégzése és kiértékelése az

előző mintáéval megegyező módon történt. A vizsgálatok során itt is először szekunder (6. ábra) és visszazórt képet készítettünk a pásztázó elektronmikroszkóppal, majd lokális területi analízissel folytattuk a röntgensugaras analízissel. A hazai minta szekunder képén megfigyelhetőek az intermetallikus réteg szögletes kristályai. A fehér színű cinkmaradványok a kép felső felében jól kivehetőek.

A képek készítése után egy kiválasztott területen kezdtük el mérni a minta kémiai összetételét. A mérési sorozatban itt is a FeKα-ZnLa-ALKα sugárzások intenzitását vettük figyelembe. A mért pontokban a minták összetétele – a mérési eredményeket 0 kV-ra extrapolálva – tömeg%-ban kifejezve, a 3. táblázatban látható. A 3. táblázatból kitűnik, hogy a metszeti méréssel ellentétben a felületi mérésnél a szakirodalomban találhatóakkal egyező tendenciájú eredményeket kaptunk. A mérést a hazai mintánál



6. ábra. S jelű minta, SE-kép, 10000-szeres nagyítás, 25 kV

3. táblázat

Külföldi és hazai minta összetétele felületi vizsgálatnál

Minta típusa	Fe	7,5698%
	Külföldi minta	Zn
Al		5,14%
Hazai minta		Fe
	Zn	93,83151%
	Al	1,37129%

4. táblázat

Hazai minta megismételt mérésének eredménye

Hazai minta	Fe	6,13112%
	Zn	91,97122%
	Al	2,02223%

egy másik területet választva megismételtük, és szinte ugyanarra az eredményre jutottunk (4. táblázat).

A különbség fakadhat mérési bizonytalanságból, de valószínűnek látszik, hogy az intermetallikus rétegben az Al-eloszlás nem homogén, és a különbséget ez okozza.

5. táblázat

A mért eredmények összefoglaló táblázata

Pásztázott felület	Vizsgált röntgensugárzás	K (külföldi) minta százalékos összetétele	S (hazai) minta százalékos összetétele
Metszet	FeKα-ZnLa-ALKα	Fe : 11,21785%	Fe : 10,26361%
		Zn : 86,29756%	Zn : 86,36806%
		Al : 2,72341%	Al : 4,18898%
Felület	FeKα-ZnLa-ALKα	Fe : 7,5698%	Fe : 5,92185%
		Zn : 86,44327%	Zn : 93,83151%
		Al : 5,14%	Al : 1,37129%

6. Összefoglalás

Az általunk végzett méréseknek két érdekessége volt. Az első a mért adatok feldolgozásában jelent meg. Az egyre csökkentett gyorsítófeszültség melletti mérésekből adódó eredmény sor 0 kV-ba történő extrapolációjával minimalizálni tudtuk a túl nagy gerjesztési térfogathoz adódó hibát. A hagyományos, metszeti vizsgálatok kiértékelése során szembeültünk a szakirodalom és a mért eredményeink ellentmondásával, ugyanis a külföldi helyett a hazai minták esetében mértünk nagyobb alumíniumtartalmat az intermetallikus rétegben. Ezért egy idehaza ritkábban használt módszerrel is megvizsgáltuk a mintákat. Lemarattuk a cinkbevonatot a horganyzott lemezekről anélkül, hogy az intermetallikus réteg károsodott volna, ezután könnyűszerrel tudtuk vizsgálni a tulajdonságok szempontjából fontos réteget, és a szakirodalommal egyező eredményre jutottunk (5. táblázat). Tehát megállapítható, hogy a



fenti két módszer alkalmazásával nagy valószínűséggel javítható a horganyzott acéllemezek intermetallikus rétegei vizsgálatának pontossága, de a mérés megbízhatóságának igazolásához további mérések szükségesek.

7. Irodalom

- [1] *van Einsbergen, J. F. H.*: Duplex systems: Hot dip galvanizing plus painting. Elsevier, 1994.
[2] *Szabó Andrea – Dénes Éva*: A felület

érességének és a fürdő alumínium-tartalmának hatása a kialakult horganybevonat tulajdonságaira, *Anyagok Világa* II. évf. 2. szám, 2001. április.

- [3] *Pozsgai Imre*: A pásztázó elektronmikroszkóp és elektronsugaras mikroanalízis alapjai, ELTE Kiadó, 1995.
[4] *Karduck, Peter*: Electron probe microanalysis of uncovered intermediate layers. *Steel Research* 69 (1998) No.12.

[6] *Szabó Andrea*: Horganyzott lemezek gyártása, különös tekintettel a horganyréteg tulajdonságaira. Diploma dolgozat, Dunaújvárosi Főiskola, 2002.

- [5] Testing, further development and combined use of modern techniques for the analysis of surface microareas to determine the chemical composition of steel sheets coated with zinc, *EKGS Res. Rep. No. 7210.GD / 111*, 1995.

23. Spektrometertagung

Ebben az évben október 6–8. között, az ausztriai Linzben rendezték meg a német nyelvterület hagyományos, főként kohászati analitikával foglalkozó konferenciáját. A rendezvény meghirdetett témái a következők voltak:

- Új analitikai fejlesztések különös tekintettel a spektrometriára;
- Mintavétel és mintaelőkészítés;
- Folyamatszabályozás és termékjellemzők;
- Lézerek alkalmazása az analitikában;
- Direktanalízis;
- Felületek és bevonatok analitikai vizsgálata;
- Zárványok vizsgálata;
- Környezetvédelmi analitika a fémiparban;
- Automatizálás;
- Analitikai minőségbiztosítás és módszervalidálás;
- Számítástechnika alkalmazása és LIMS.

A konferenciát a rendező Osztrák Kohászati Egyesület kémiai vizsgálati szakcsoportja nevében *M. Schuller* úr nyitotta meg, majd Linz város polgármester-helyettese üdvözölte a több mint kétszáz résztvevőt, akik hat országból érkeztek. Megtiszteltetésként ért bennünket, hogy külön kiemelve köszöntötte a Magyarországról, Dunaújvárosból érkezett szakembereket, megemlítve, hogy az együttműködés segít a hasonló problémák megoldásában.

Ezután megkezdődött a szakmai munka. A nyitó előadást *W. Lakata* (Voestalpine Stahl Linz GmbH) tartotta. Kiemelkedő előadása bemutatta a kohászati laboratóriumok szerepének, helyének és tevékenységének változását az elmúlt évtizedekben. A vállalatuknál végrehajtott reengineering-projekt keretében átalakított vállalati struktúrában a folyamatközpontúság felváltotta a régebbi szervezetközpontúságot, ami viszont jelentősen megváltoztatta az anyagvizsgálattal foglalkozó szakemberek és laboratóriumok szerepét, helyét. Emellett tovább növelte az automatizált és on-line vizsgálóeszközök és laboratóriumok arányát.

Napjainkban a Duna-ferr vállalatcsoportnál zajló folyamatok különös jelentőséget adnak ezen előadásnak.

A továbbiakban a teljesség igénye nélkül megemlítünk néhány itthon is érdeklődésre számot tartó témát.

A nagyolvasztók technológiai irányításához kísérleti program keretében lézergyesztésű spektrométerrel on-line vizsgál-

ták a torokgáz portartalmának összetételét, különös tekintettel a Na-, K-, Zn- és Pb-tartalomra. Hasonlóan érdekes téma volt a nagyolvasztó különböző pontjaiból speciális mintavető szondával kivett por- valamint vas- és salakminták karbontartalmának kötőmód szerinti vizsgálata. A beszámoló szerint új analitikai eljárással elkülönítették a grafit, a korom, a kocsz és a szén formában található karbont. Így nyomon követhették és optimalizálták a nagyolvasztóban lezajló folyamatokat.

Biztató eredményekről számoltak be a kapfenbergi kollégák az acélfürdő direktanalízise témakörében. A kísérletek során az ötvözött acél összetételét (Cr-, Ni-, Ti-koncentrációt) vizsgálták lézergyesztésű spektrométerrel, amelyet a vákuumozó berendezésre telepítettek.



Több előadás foglalkozott a gyors, az acélműi technológia vezetéséhez felhasználható zárványvizsgálatokkal. Erre a célra lézergyesztésű vagy szikragerjesztésű PDA-OES spektrométert alkalmaztak, amelyek segítségével az Al- és Ca-zárványok mennyisége és közelítően azok méreteloszlása határozható meg.

Természetesen a mintavétel döntő szerepet játszik ezen gyors vizsgálatok helyességének biztosításában.

Itt kell megemlíteni, hogy tapasztalataink szerint egyre fontosabb lesz az acélok nyomelemtartalmának vizsgálata is. Az élelmiszeripari és környezetvédelmi előírások – vagy speciális felhasználási célok – miatt olyan korábban nem vizsgált alkotók mérése válik fontossá, mint a B, Nb, Bi, Sb, As, Pb, Ce, La, Cd, stb. Gyakran alkalmazzák ezen elemek vizsgálatára az ICP-MS technikát.



A konferencia kiemelt témája volt – az előadások számát tekintve is – a felületek, bevonatok vizsgálata. Ezen a szakterületen leggyakrabban a ködfénykísülésű optikai emissziós spektrometriát (GD-OES) alkalmazzák, de a Raman-spektroszkópia is szerepet kap. A GD-OES technikával vizsgálható a mélységi koncentrácioprofil, míg a Raman-spektroszkópia a korróziós vizsgálatok esetén alkalmazható. A felületi vizsgálatok témakörében készült az általunk tartott előadás is.

Természetesen a felületek bevonására, védelmére vagy ke-nőanyagként alkalmazott különböző anyagfélések vizsgálá-tával szintén foglalkoztak előadások.

Érdekes tendenciát jelent, hogy számos környezetvédelmi mérés automatizáltak és a helyszínre telepített műszerek se-gítségével folyamatosan ellenőrznek. Ilyenek például az anio-nok vizsgálati (Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , stb.) vagy a kémiai oxigéni-gény (KOI) meghatározása.

További izgalmas témáit jelentették a konferenciának a vizsgálatok minőségbiztosításával, az automatizálással vagy a laboratóriumi információkezeléssel foglalkozó előadások.

A szakmai munka mellett a konferencia résztvevői jó hangu-latú vacsorával egybekötött kiránduláson vettek részt Schlier-bachban. A kirándulás mottója „A régiók Európája” volt.

Számunkra igen érdekes előadást hallottunk arról, hogy az EU milyen programokkal, támogatásokkal igyekszik a vidék, a régiók fejlesztését elérni, illetve lakosságmegtartó erejét növelni. Sok hasonló programra lenne szükség Magyarorszá-gon is.

Összegzésként elmondható, hogy egy kiválóan megszerve-zett, magas színvonalú konferenciának a munkájában vehet-tünk részt, és tovább ápolhattuk a szakmai kapcsolatainkat az osztrák, német és svájci analitikusokkal.

👤 **Bocz András – Pallósi József**

Érvényes és eredményes a Dunaferri privatizációs pályázata

☞ <http://www.dunaferr.hu>

2003. december 23-án az eredeti tervek-nek megfelelően döntött az ÁPV Rt. Igazgatósága a Dunaferri privatizációs pályázatára beérkezett három pályázat értékeléséről.

A 2003. március 4-i kormányhatározat szerint a vevőnek kötelezettséget kell vállalnia a munkavállalók foglalkoztatá-sára, illetve a munkakörülmények javítá-sára, a foglalkoztatás kistérségi szintű megoldásának elősegítésére, valamint hosszú távon rendelkeznie kell a műkö-dést és a fejlesztést biztosító pénzügyi háttérrel.

A pályázat elbírálási szempontja az alábbiak voltak: foglalkoztatási vállalá-sok (foglalkoztatási szint, munkakörülmények javítása, a foglalkoztatás előse-gítése a dunaújvárosi kistérségben); beru-házási vállalatok (a beruházások nagy-ságrendje, minősége, finanszírozási módja); tőkeemelés, pénzügyi konszoli-dáció (azonnali tőkeemelés nagysága, pénzügyi konszolidációs javaslat); üzleti terv; vételár.

Az ÁPV Rt. igazgatósága úgy ítélte meg, hogy mindhárom pályázó: az orosz *Severstal*, az ukrán-svájci *Donbasz-Duferco* konzorciuma, az angol-indiai *LNM Holdings*, és a cseh *ISPAT NOVA HUT* konzorciuma is, komoly, üzletileg átgondolt, saját stratégiájukba illeszkedő ajánlatot tett a Dunaferri állami tulajdonú 79,48%-os részvénytársaságára.

Az ÁPV Rt. igazgatósága elfogadta az értékelő bizottság javaslatát, és az aláb-bi sorrendet állapította meg:

1. helyezett a Donbasz-Duferco konzorcium 82,02 ponttal,
2. helyezett az LNM konzorcium 68,24 ponttal,
3. helyezett a Severstal 61,30 ponttal.

A nyertes ajánlattevő a 9 kategória közül 6-ban a legjobb ajánlatot nyújtotta be. A legmagasabb foglalkoztatási kötelezettséget vállalta és öt évig a jelenlegi munkavállalói létszámot is megtartja. A tranzakció összértéke – értve ez alatt a tőkeemelést, a beruházási, kistérség-fejlesztési, illetve a munkakörülmények javítására vonatkozó vállalásokat, valamint a vételarat – a következő 5 évben várhatóan közel 100 milliárd forintot tesz ki. Ezzel az ajánlatával a Donbasz-Duferco konzorcium egyértelműen teljesítette a kormányhatározatban megfogalmazott elvárásokat.

A pályázati kiírás alapján, az első helyen megjelölt konzorciummal a tárgyalások 2004. január első felében kezdődnek. A pályázati kiírás szerint, amennyiben ezek 21 napon belül nem vezetnek eredményre, az ÁPV Rt. jogosult, de nem köteles, a második illetve, a harmadik helyezettrel folytatni a tárgyalásokat.

A tranzakció sikere szempontjából fontos körülmény, hogy az eladás zárásának – az eladó ÁPV Rt. javát szolgáló – szerződéses feltétele, hogy a befektető

megállapodást kössön a hitelező banki konzorciummal. A megegyezésnek a Dunaferri pénzügyi konszolidációjára kell programot adnia. Tekintettel a felek előtt álló összetett és nehéz tárgyalássorozatra, az ügy sikere érdekében az ajánlatokról az ÁPV Rt további információt nem ad a szerződéskötésig. A folyamat előrehaladásának fontos eseményeiről – azok ütemében – ugyanakkor tájékoztatja a közvéleményt.

A befektetők rövid bemutatása

Az ukrán-svájci Donbasz-Duferco konzorcium

A konzorciumnak négy tagja van, abból érdemes kiemelni a Donbaszt, amely egy másik konzorciumi tag, az alcsevszki vasmű többségi tulajdonosa, valamint a Dufercot, amely a Donbasztól független, eltérő tulajdonosokkal rendelkező társaság. A konzorcium negyedik tagja, a Kundax AG egy lichtensteini cégbejegyzésű, 2000-ben alapított projektársaság. Az Alcsevszki Vasmű a Nemzetközi Vas és Acél Intézet (IISI) adatai szerint a világ 69. legnagyobb acéltermelője, amely 2002-ben mintegy 3,1 millió tonna acélt állított elő. A Donbasz Ipari Szövetség Korporáció („ISZD”) 1995-ben alakult és ma Ukrajna három legnagyobb társaságának egyike. Az ISZD egy holding, amelyhez közel 40 ukrán és külföldi társaság tartozik, többek között az



ISZD a többségi (77%-os) tulajdonosa az Alcsevszki Vasműnek is.

Az ISZD tulajdonában, irányítása és felügyelete alatt sok ukrán és külföldi vállalat működik, amelyek tevékenységi köre felölel olyan ágazatokat is, mint például a vaskohászat és nehézipari gépgyártás, de ezen kívül érdekeltségekkel rendelkezik az energetikában, bányászatban, építőiparban, távközlésben, üdülő- és szállodaiparban, valamint a mezőgazdaságban is. Az ISZD holdinghoz tartozó társaságok összesített árbevétele 2002-ben megközelítette a 2,8 milliárd USD-t. Az ISZD holdingcég adózás előtti eredménye 31 millió dollár volt 2003 első félévében.

A Duferco-t 1979-ben alapította *Bruno Bolfo*, aki jelenleg is az igazgatóság elnöke, annak érdekében, hogy kiaknázza az acéltermelésben rejlő lehetőségeket. 1980-ban a társaság központját Luganoba helyezték át, ezzel is jelezve a globális terjeszkedési stratégiát a Távol-Keleten és Európában egyaránt. Idővel az acéliparhoz kapcsolódó alapanyagokkal is elkezdett kereskedni. A 90-es években, Európában jelentős gyártókapacitásra tett szert (Olaszország, Belgium és Kelet-Európa) akvizíciók segítségével. A Duferco Csoport éves acéltermelése az IISI adatai szerint 2002-ben 3,9 millió tonna volt, amellyel a világ 59. legnagyobb acéltermelője volt. A Donbasz és a Duferco 2003 eleje óta szorosan együttműködnek, amely stratégiai együttműködést 2003 őszén a két cég hivatalosan is bejelentett. Az együttműködés keretében a Donbasz és Duferco egyesítette értékesítési hálózatát, amelyre közös vállalatot hozott létre, illetve közösen vesz részt az Alcsevszki Vasmű fejlesztésében is.

Az angol-indiai LNM Holdings, valamint a cseh ISPAT NOVA HUT konzorcium

Az LNM-csoport – amely részben az LNM Holdings N.V.-ből, részben az ISPAT International N.V.-ből, illetve azok leányvállalataiból áll – az IISI adatai szerint 2002-ben az Arcelor után a világ második legnagyobb acéltermelője volt, amely mintegy 34,8 millió tonna acélt állított elő. Ebből az LNM Holdings mintegy 21 millió tonna termelőkapacitással rendelkezik. Az LNM Holdings N.V. a többségi tulajdonosa az Ispat Nova Hut-nak is, amelynek 2002. évi termelése 2,8 millió tonna volt. Az LNM-csoport a lengyel

PHS 2003. októberi megszerzését megelőzően 12 országban rendelkezett termelőkapacitásokkal és világszerte mintegy 120 ezer főt foglalkoztatott. Az LNM-csoport egy magánszemély, *Lakshmi N. Mittal* tulajdonában áll. Míg az LNM Holdings N. V. 100%-os tulajdonosa Lakshmi Mittal, az Ispat International részvényei az amszterdami és a New York-i tőzsdén is forognak. Az LNM Holdings N. V. működésének 1995. évi megkezdése óta számos sikeres felvásárláson van túl, amelyekre főként privatizáció útján került sor. Az LNM Holdings N.V. konszolidált árbevétele 2002-ben meghaladta a 2,1 milliárd USD-t, adózás utáni nyeresége a 546 millió USD-t.

Az orosz OAO Severstal

A Severstal a Nemzetközi Vas és Acél Intézet adatai szerint a világ 19. legnagyobb acéltermelője, amely 2001-ben mintegy 8,1 millió tonna acélt állított elő. A Severstal az orosz piac harmadik legnagyobb szereplője, belföldi piaci részesedése 2002-ben 16% volt. Az acélgyár Cherepovetz-ben található, Moszkvától mintegy 500 km-re északra. A cherepovetzi acélgyár 1955-ben kezdett el termelni, 1993-ban állami vállalatból részvénytársasággá alakult, ezt követően került sor a társaság privatizációjára. A társaság részvényeit az orosz tőzsdén jegyzik. A Severstal mára ipari holdinggá fejlődött, amely az acélgyártáson kívül foglalkozik autógyártással (GAZ autógyár, Avtovaz autógyár, UAZ dzsip-gyár, Kamaz tehergépkocsi-gyár), bányászattal (szén és vasérc) és csővezeték-gyártással is. Az acéltermék-értékesítés mintegy fele a hazai piacokon történik, a maradékot exportálják, elsősorban Európába (28%), Dél-kelet Ázsiába (20%) és Közép-Ázsiába (15%). A legfontosabb termékek 2002-ben a következők voltak: melegen hengerelt lemezek (3,5 mt), melegen hengerelt szelvények (1,5 mt), hidegen hengerelt lemezek (1,5 mt), galvanizált és hidegen alakított termékek (1,4 mt). A Severstal konszolidált árbevétele 2002-ben meghaladta a 2,3 milliárd USD-t, adózás utáni eredménye a 191 millió USD-t.

Vélemények, nyilatkozatok

Hónig Péter a Dunafer Rt. elnök-vezérigazgatója

Hónig Péter, a Dunafer Rt. elnök-vezérigazgatója elmondta, az értékelő bizottság tagjaként is állíthatja - biztató eredménnyel jutott el a nyilvánosságra hozott döntésig a privatizációs folyamat.

Már az roppant örömteli volt, hogy három komoly befektető küzdött az utolsó pillanatig, hiszen az acélpiacon mindhárom nagy, jelentős szereplőként ismert. Az is roppant fontos, hogy a vagyonkezelő nem három ajánlat, hanem három értékelhető, jó ajánlat közül dönthetett. A most nyilvánosságra került eredménnyel nem zárult le a privatizációs folyamat, és az a tény, hogy még mindig versenyhelyzet van, biztosan segíti, hogy hosszútávú céljaink is megvalósuljanak. Ez egy nagyon fontos állomás, nagyon örülök, hogy már idáig eljutottunk.

A bizottság munkájának résztvevőjeként örömteli elemnek tartja, hogy a szakmai befektetők ajánlataiban foglaltak egybecsengtek a kormányzati és ÁPV Rt.-s elképzelésekkel. A szerződéskötésre még várni kell, ez leghamarabb február elején történhet meg, hiszen az ÁPV Rt.-vel, a bankokkal is számos egyeztetésre kerül még sor. A kelet-európai nehézipar privatizációtörténetének legkeményebb feltételrendszerrel operáló, legtöbb garanciával körülbástyázott megállapodása születhet meg. Már az alapfeltételek teljesítése is garancia lehet a hosszútávú működtetésre.

„Komoly és elkötelezett csapat dolgozott eddig is a privatizációs folyamat sikeres levezénylésén, biztos vagyok benne, hogy ez a hozzáállás változatlan lesz januártól, amikor folytatódnak a tárgyalások. Az acélipar hosszú távú fenntartása volt az alapvető cél, amikor megkezdődött a vállalatcsoport magánosítása - a most elért eredmények mindenképpen megnyugtató végkifejlettel kecsegtetnek.

A Dunafernél egyébként a közelgő tulajdonosváltástól függetlenül is folyik a tevékenység hatékonyságának javítása, a termékek minőségének emelése. A cég adóssága másfél év alatt 68 milliárd forintról 60 milliárdra csökkent, eredménye a tavalyi 9,5 milliárdos mínuszról az idén félmilliárdos nyereségre vált.

Piaci pozícióit megtartotta, új külföl-



di vevőkre tett szert. A termelés ellátási lánc lerövidült, a vállalat szerkezete egyszerűsödött. A fő változás tehát a magánkézbe adás után inkább az lesz, hogy megteremtődik a Dunaferri megújulásához szükséges intézkedések, korszerűsítések pénzügyi háttere.”

Szergej Taruta, a Donbass Ipari Szövetség elnöke

A Donbass üdvözlöi a tény, amely szerint

a vagyonkezelő értékelő bizottsága a Donbass Ipari Szövetség és a Duferrco International Trading Holding vezető konzorcium ajánlatát fogadta el a Dunaferri privatizációs pályázatán indulók ajánlatai közül.

„Nagyon örülünk a győzelemnek. Biztunk a sikerben, hiszen az európai uniós csatlakozás előtt álló Magyarország számára a legjobb ajánlatot nyújtottuk be az ÁPV Rt.-nek. A jövőben bebizonyítjuk,

hogy a Donbass Ipari Szövetség és a Dunaferri prosperáló együttműködése európai szintű vaskohászati termelést és stabil, kiszámítható működést eredményez.

Komplex városi és térségbeli beruházások is hozzátartoznak a fejlesztési tervünkhöz, így hosszútávú és tartós kapcsolat veszi kezdetét, melyben a vasmű mellett az egész régió kiszámítható és több pólusú, stabil fejlődésnek indul.”

Megint eladó a diósgyőri acélművek

☞ Népszabadság, 2004. január 9.

A felszámoló ismét eladásra hirdette meg a diósgyőri kohászatot, a DAM Steel Rt.-t, a cégre február 9-ig lehet ajánlatot tenni – mondta Kovács János felszámolóbiztos, a felszámolást végző Mátraholding Rt. vezérigazgatója.

A pályázati kiírás némileg módosult a korábbihoz képest: most önálló tételként szerepel a kohászat működő vagyontárgya, amelyért 4 milliárd 335 millió forintot szeretne kapni a felszámoló, míg a készleteket 645 millió forintra taksálják. A vételár ennek ellenére összességében ugyanúgy ötmilliárd forint, mint az első, eredménytelennek minősített pályázat idején volt, a különbség csupán az: aki a DAM-ot a jövőben működtetni szeretné, annak nem kell feltétlenül megvásárolnia a készletet.

A vevőnek ugyanakkor meg kell vennie a termelést végző Borsodi Nemesacél Acélgépjártó (BNA) Kft. hárommillió forintos üzletrészét is. A felszámolószervezet és a kohászatnál működő három érdek-képviselői szervezet által alapított BNA vette bérbe és működteti az elmúlt év közepétől a kohászat vagyontárgyait, és foglalkoztatja a több mint ezer kohászt. Az elmúlt év végi első pályázati kiírásra egyébként egyetlen ajánlat érkezett: a pályázó a DAM-vagyonért egymilliárd forintot ajánlott, és bár vállalta a pályázati kiírásban foglalt teljesítését – környezeti kárelhárítás, továbbfoglalkoztatás –, de a megajánlott árat méltánytalanul alacsonynak tartotta a felszámoló, ezért minősítette érvénytelennek a tendert.

AJÁNLATI FELHÍVÁS (részlet)

A MÁTRAHOLDING Gazdasági Tanácsadó Rt. (1064 Budapest, Vörösmarty u. 42., Cg.01-10-043926), mint a DAM STEEL Speciális Acélgépjártó Rt. „f.a.” (3540 Miskolc, Vasgyári u. 43., Cg.05-10-000379) – továbbiakban Kiíró – felszámolója nyilvános pályázatot ír ki a társaság tulajdonában lévő,

a nemesacélgépjártás tevékenységének folytatásához szükséges valamennyi telek, épület, építmény, gép, berendezés és készlet, mint működő vagyon adásvételére, továbbá a működő tevékenység szerződéses állományának átruházására, valamint a saját termelésű készletek adásvételére

A meghirdetett teljes működő vagyon irányára 4.355.000.000 Ft, azaz négy milliárd háromszázötvenötmillió forint (ÁFA nélküli nettó irányár).

A meghirdetett saját termelésű készletek irányár 645.000.000 Ft, azaz hatszáznegyvenötmillió forint (ÁFA nélküli nettó irányár).

Pályázni lehet az alábbi 1) és 2) pontokban meghatározott teljes eszközállományra együttesen. Ezenkívül:

- 1) Pályázni lehet önállóan a működő vagyon teljes egészére azzal, hogy a jelen pályázat keretében meghirdetett működő vagyon vevőjének egyidejűleg meg kell vásárolnia a külön pályázat keretében meghirdetett Borsodi Nemesacél Acélgépjártó Kft. (3532 Miskolc, Kiss Ernő u. 17., Cg.05-09-010425) társaságot.
- 2) Pályázni lehet önállóan a saját termelésű készletek megvásárlására.

A) A meghirdetett működő vagyon elemei

Megnevezés	Irányár, Ft
1 Immateriális javak Szoftverek, technológiai leírások, termelésirányítási rendszerek	5.000.000
2 Ingatlanok Miskolc 23365/19 hrsz. Üzem megnevezésű ingatlanból 859943/1331365 tulajdoni hányad, Miskolc 23370 hrsz. út megnevezésű 853 m ² ter. ingatlan a rajtuk lévő felülépítményekkel.	2.000.000.000
3 Gépek és berendezések Technológiai gépek, berendezések, kemencék, belső közlekedési eszközök, gyártóeszközök, számítógépek, irodagépek, járművek, irodagépek, irodabútorok, beruházások	1.750.000.000
4 Készletek Raktári alapanyag készletek, rezsianyagok, tartalék alkatrészek	600.000.000

B) Saját termelésű készletek elemei

Befejezetlen termelés készlete, félkész készlet, készáru készlet	645.000.000
--	-------------

A teljes pályázati kiírás letölthető a <http://www.damsteel.hu/htm/Doc/Steel2.doc> címen.

