

# Digitális tananyagok fejlesztése a vas-, acélmetsallurgia és képlékenyalakítás területén

Harcsik Béla<sup>1</sup> – Jakab Sándor<sup>2</sup> – Károly Gyula<sup>3</sup> – Török Béla<sup>4</sup>

- 1) Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének adjunktusa
- 2) Dunaferr a Magyarországi Kohómérnök-képzésért Alapítvány kuratóriumának titkára
- 3) Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének professor emeritusa
- 4) Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének docense

2011. februárjában **Lukács Péter PhD a Dunaferr a Magyarországi Kohómérnök-képzésért Alapítvány** kuratóriumának elnöke megbízta **Jakab Sándort**, az alapítvány titkárát az-zal, hogy keressen olyan európai uniós pályázatot, amely az alapítvány célkitűzéseit, azaz a felsőoktatást, azon belül a kohómérnök-képzést támogatja. Jakab Sándor a Társadalmi Megújulás Operatív Program (TÁMOP-4.1.2.A.), „Képzés- és tartalomfejlesztés, képzők képzése, különös tekintettel a matematikai, természettudományi, műszaki és informatikai képzésekre és azok fejlesztésére” című pályázati felhívását találta az alapítvány céljaival leginkább meg-egyezőnek. A pályázat az Új Széchenyi Terv keretében jelent meg az ESZA Nonprofit Kft koordinációjával.

A kiírás feltételül szabta, hogy egy felsőoktatási intézménnyel konzorciumban történjen a pályázat megvalósítása, erre – kézenfekvő megoldásként – legalkalmasabbnak a **Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karát** találta az alapítvány kuratóriuma.

Az elnök úr – Dr. Gácsi Zoltán, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánjának javaslatára – felkérte **Dr. Károly Gyulát a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének** professor emeritusát, hogy az egyetem részéről koordinálja a pályázat megírását, majd sikeres döntés után vezesse az alapítvány és az egyetem erre a célra megalakított konzorciumát. A kuratórium javasolta továbbá, hogy a **Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének Metallurgiai (ISD Dunaferr) Kihelyezett Intézeti Tanszéke** is működjön közre a pályázat elkészítésében és megvalósításában, s lehetőség szerint minél több Dunaferr szakember működjék aktívan közre a tananyagok megírásában, lektorálásában.

Károly Gyula a pályázat kiírásának ismeretében javasolta, hogy ne kizárólag a vas- és acélmetsallurgia – nyersvas- és acélgyártás, hengerlés, felületbevonás – témakörében, hanem az ezekhez kapcsolódó alapozó kémiai metsallurgia és az eddig még magyar nyelvű tananyag-gal nem rendelkező archeometetsallurgia témájában is készüljenek tananyagok, s a programba kerüljön bele a steeluniversity tananyagának adaptálása is. A projekt 24 hónapos megvalósítá-sára 2011. szeptember 1. és 2013. augusztus 31. közötti időszak került kijelölésre.

A projekt szerkezetének és sarokszámainak megfogalmazása után a pályázati anyag elkészíté-sére, benyújtására és megvalósítására – a Dékán javaslatára, s az alapítvány kuratóriumának egyetértésével – az alábbi team alakult:

- Projektmenedzser: **Dr. Török Béla**, a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének (MÖI) egyetemi docense, aki számos EU-s pályázatot vezetett már,
- tudományos színvonalért és ipari szakmaiságért felelős szakmai vezetőül: **Dr. Kékesi Tamás**, a MÖI egyetemi tanára,

- digitalizálásért és az oktatók képzéséért felelős szakmai vezetőül: **Kocsisné Dr. Baán Mária** egyetemi docens, a Miskolci Egyetem Észak-Magyarországi Regionális Távköztársulási Központjának igazgatója,
- pénzügyi vezető: **Barta Andrásné**, a NORDA Észak-magyarországi Regionális Fejlesztési Ügynökség Nonprofit Kft. vezető menedzsere.

A pályázatot kialakítók ezek után a Dékán és az alapítvány kuratóriumának egyetértésével elfogadták a készítendő 15 tananyag címét és alapvető adatait tartalmazó listát (1. táblázat) és a kéttagú konzorcium koordinátori és összekötő szerepére felkérte **Dr. Harcsik Bélát** (a MÖI későbbi adjunktusa). Az egyes tananyagok lektorálására – a szerzők javaslatait figyelembevéve – az adott szakterület egy-egy kiemelkedő hazai személyisége került felkérésre, ezzel is biztosítva a legmagasabb minőséget.

<b>Tananyag címe</b>	<b>Szerző(k) (vezetőszerzők neve kiemelve)</b>	<b>Lektor</b>
1. Archeometallurgia	<b>Dr. Török Béla</b>	Dr. Sziklavári János
2. Kémiai metallurgia	<b>Dr. Kékesi Tamás</b>	Dr. Bartha László
3. Vasmetallurgia alapjai	<b>Dr. Farkas Ottó</b> , Móger Róbert	Dr. Tóth L. Attila
4. Vasmetallurgia fejlődési irányjai	<b>Dr. Farkas Ottó</b>	Dr. Grega Oszkár
5. Acélmetallurgia alapjai	<b>Dr. Károly Gyula</b>	Dr. Szegedi József
6. Konverteres acélgyártás	<b>Dr. Károly Gyula</b> , Józsa Róbert	Dr. Szabó Zoltán
7. Elektroacélgyártás	<b>Dr. Károly Gyula</b> , Dr. Kiss László, Dr. Harcsik Béla	Dr. Szőke László
8. Acélok üstmetallurgiai kezelése	<b>Dr. Károly Gyula</b> , Dr. Kiss László, Dr. Károly Zoltán	Dr. Szőke László
9. Acélöntés, speciális acélgyártás	<b>Dr. Harcsik Béla</b> , Dr. Károly Gyula, Dr. Réger Mihály	Dr. Sziklavári János
10. Speciális acélok gyártásának metallurgiai, energetikai, környezetvédelmi, minőségbiztosítási szempontjai	<b>Dr. Károly Gyula</b> , Dr. Tardy Pál, Dr. Kiss László	Dr. Szőke László
11. Rúd- és laposacéltermékek hengerlésének elméleti és technológiai szempontjai	<b>Dr. Farkas Péter</b> , Dr. Gulyás József, Dr. Horváth Ákos, Illés Péter	Marczis Gáborné Dr.
12. Fémes és szerves bevonattechnológiák	<b>Dr. Török Tamás</b> , Dr. Dénes Éva†, Barta Emil	Lakatosné Dr. Varsányi Magdolna
13. Acélgyártásnál a technológiatervezés, technológiafejlesztés, adagvezetés elméleti megfontolásai, vertikális szempontjai	<b>Dr. Károly Gyula</b> , Dr. Tardy Pál	Dr. Szőke László
14. A primeracélgyártás technológiatervezésének, technológiafejlesztésének gyakorlati szempontjai	<b>Dr. Harcsik Béla</b> , Dr. Kiss László, Józsa Róbert	Dr. Károly Gyula
15. Az üstmetallurgia és a folyamatos öntés technológiatervezésének, technológiafejlesztésének gyakorlati szempontjai	<b>Dr. Harcsik Béla</b> , Dr. Kiss László, Józsa Róbert	Dr. Károly Gyula

Az egyes jegyzetek tartalmának rövid összefoglalása:

### **1. Archeometallurgia**

Az archeometallurgia témájában hazánkban írásos tananyag eddig még nem készült. A tananyag része a régészeti lelőhelyek és leletek vizsgálati módszereinek, vas és nemvasfémek – archeometallurgiai – előállítási eljárásainak ismertetése.

### **2. Kémiai metallurgia**

A vas- és fémmetallurgia elméleti alapjait összefoglaló hiánypótló jegyzet tartalmazza az előkészítő technikákat, a metallurgiai termodinamikát, reakciók kinetikáját, a piro- és hidrometallurgiai fémkinyerés, illetve a fémtisztítási eljárások elméletét.

### **3. Vasmetallurgia alapjai**

A nyersvasgyártás elméletét bemutató jegyzet a nagyolvasztói nyersvasgyártást, mint az acélgyártás alapvető fémbetét-ellátó technikai-technológiai rendszerét mutatja be. A redukációs folyamatok mellett a nyersvas összetételének alakulására ható tényezők kerülnek összefoglalásra.

### **4. Vasmetallurgia fejlődési irányjai**

A vasmetallurgia új technológiai eljárásai mennyiségükben és minőségükben egyaránt értékeesebb gyártási módszerek kidolgozásához vezettek, aminek következtében a témakör önálló tantárgy rangjára emelkedett az egyetemi kohómérnökképzésben, külön egyetemi jegyzetbe foglalva az ismeretanyag oktatott részét.

### **5. Acélmémetallurgia alapjai**

Az acélgyártás elméletét összefoglaló jegyzet ismerteti az acélgyártás fizikai-kémiai alapjait, a fontosabb termodinamikai és reakciókinetikai összefüggéseket. Bemutatásra kerülnek a résztvevő fázisok (olvadék, salak, gázfázis) legfontosabb reakcióinak, az oxidációnak, a dezoxidációnak, a kéntelenítésnek és a gáztalanításnak a metallurgiai alapjai.

### **6. Konverteres acélgyártás**

A – világszinten legelterjedtebb – konverteres acélgyártás kialakulásától máig tartó fejlődését, illetve a ma használatos technológiai berendezéseket és technológiákat foglalja össze a jegyzet.

### **7. Elektroacélgyártás**

A jegyzet bemutatja az ívfényes elektroacélgyártás fejlődési lépéseit, a klasszikus kétperiódusútól mai korszerű UHP kemencéig. Ismertetésre kerülnek az – elsősorban – öntödékben használatos indukciós kemencék részei és működési elve.

### **8. Acélok üstmetallurgiai kezelése**

A primerkemencéből lecsapolt nyersacélt különböző szelektív üstmetallurgiai kezelésekkel gyártják készacéllá, ami akkor már önthetővé válik. A tananyag bemutatja a homogenizálás, a hevítés, az ötvözés, a zárványtalanítás és a gáztalanítás legelterjedtebb módszereit.

### **9. Acélöntés, speciális acélgyártás**

A készacélt tovább feldolgozásra öntéssel teszik alkalmassá. A jegyzet bemutatja a kristályosodás alapjai mellett, az üst részeit, ismerteti a hagyományos és folyamatos öntés technológiáját.

### ***10. Speciális acélok gyártásának metallurgiai, energetikai, környezetvédelmi, minőségbiztosítási szempontjai***

Az egyes acéltípusok gyártási technológiáját ismerteti a tananyag. A klímavédelem és az acélipar kapcsolatát, a vas- és acélmetallurgia környezetvédelmi vonatkozásait, a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésének lehetőségeit, az energiafelhasználás hatékonyságának javítását foglalja össze a jegyzet. Továbbá fontos rész a minőségbiztosítás gyakorlatának bemutatása az acélipari gyakorlatban.

### ***11. Rúd- és laposacéltermékek hengerlésének elméleti és technológiai szempontjai***

Az acélmetallurgia öntéssel előállított féltermékének a továbbalakítása a képlékenyalakítás feladata. A jegyzet a hengerlés alapjait foglalja össze, kitérve az alakos és laposacéltermékek előállításának elméletére.

### ***12. Fémes és szerves bevonat technológiák***

A jegyzetben a nagyszámú felülettechnikai eljárás közül tárgyalásra kerülnek a szobahőmérséklethez közeli hőmérsékleten dolgozó vizes oldatos bevonó technológiák, a fémek, illetve fémötvözetek olvadékaival dolgozó, nagyobb hőmérsékletű és nagyteljesítményű, folyamatos sorokon fémolvadékkal bevonó technológiák valamint, a részben ugyancsak nagy hőmérsékleten megvalósított tűzzománcozás.

### ***13. Acélgyártásnál a technológiatervezés, technológiafejlesztés, adagvezetés elméleti megfontolásai, vertikális szempontjai***

A vaskohászattal foglalkozó kohómérnök hallgatók oktatásának szemléletesebbé tételére készült az interneten ingyenes elérhető – többnyelvű – e-learning oktatóprogram, a [www.steeluniversity.org](http://www.steeluniversity.org). A jegyzet bemutatja a program négy modulját: az oxigénes konverter, az ívfényes elektroacélgyártás, az üstmetallurgiai kezelés és a folyamatos öntés elméletének oktatására készült igen szemléletes e-learning tananyagokat.

### ***14. A primeracélgyártás technológiatervezésének, technológiafejlesztésének gyakorlati szempontjai***

A jegyzet az oxigénes konverter acélgyártás és az elektroacélgyártás (ívfényes és indukciós) gyakorlatával foglalkozik. A kemencék tűzállófalazatának kialakításának ismertetése mellett a szerzők konkrét példákon keresztül szemléltetik a betétösszeállítástól a csapolásig a teljes adaggyártást. Bemutatásra kerülnek a [www.steeluniversity.org](http://www.steeluniversity.org) oxigénes konverteres acélgyártásra és ívfényes elektroacélgyártásra vonatkozó szimulációs programjai.

### ***15. Az üstmetallurgia és a folyamatos öntés technológiatervezésének, technológiafejlesztésének gyakorlati szempontjai***

A jegyzet összefoglalja az üstök előkészítését, az üstmetallurgia gyakorlatát, az ötvözőanyagokat és az ötvözesi megoldásokat. A hagyományos és folyamatos öntés eszközei és technológiája mellett ismertetésre kerülnek a [www.steeluniversity.org](http://www.steeluniversity.org) program az üstmetallurgiai eljárásokat és a folyamatos öntést bemutató szimulációi.

A vaskohászattal foglalkozó kohómérnök hallgatók oktatásának szemléletesebbé tételére a **World Steel Association** és a **Liverpooli Egyetem** készítette el a **steeluniversity.org** internetes honlapon ingyenesen elérhető on-line e-learning oktatóprogramot. A program részletesen bemutatja az acélgyártás teljes folyamatát a nagyolvasztótól a konverteres acélgyártásig, az üstmetallurgiai kezeléstől a meleghengerlésen át egészen a hőkezelésig. Az oldal nemcsak elméleti összefüggéseket mutat be, hanem szimulációk segítségével a felhasználó maga is

gyárthat például karosszérialemezt vagy szerszámacélt a betétanyagok kiválasztásától kezdve a leöntött féltermékig bezárólag. A projekt egyik fontos, felsőoktatási szempontból exkluzív célja, hogy három elektronikus jegyzet formájában adaptálja a program 4 modulját (oxigén konverter – BOS; ívfényes elektroacélgyártás – EAF; üstmetallurgiai kezelés – secondary steelmaking; folyamatos öntés – continuous casting) magyar nyelven. (a szakfordítást Szőke László, címzetes egyetemi tanár végezte). A [www.steeluniversity.org](http://www.steeluniversity.org)-ot működtető **World Steel Association** vállalta, hogy díjmentesen átadja a modulok teljes angol szövegét, majd az elkészült magyar fordítást, új nyelvként, megjelenti az elérhető nyelvek között.

A pályázat beadása a pályázatot koordináló szervezet felé megtörtént 2011. május 20-án. Az első eredmény 2011. október 24-i keltezéssel érkezett, miszerint a Döntés Előkészítő Bizottság döntése alapján a Humán Erőforrás Programok Irányító Hatóság támogatásra érdemesnek ítélte, azonban az összpontszám alapján felállított pályázati sorrend és a támogatásra rendelkezésre álló keretösszeg alapján forráshiány miatt várakozó listára sorolta.

2012. január 27-ei keltezéssel küldött újabb levelében azonban már a projekt támogatásának lehetőségéről értesítette a projektmenedzsert az ESZA Nonprofit Kft. programigazgatója. Az előre nem tervezett csúszás miatt a projekt megvalósítási időszaka 2012. március 1. és 2014. február 28. közé módosult.

A munka érdemi része a támogatási, a szerzői felhasználói és egyéb szerződések megkötése után, a jegyzetek kéziratjai, a mozgóképek és animációk elkészítésével folytatódott. A jegyzetek sorban készültek 2013 folyamán és lektorálásuk is fokozatosan megtörtént. A lektorált jegyzetek kéziratjai részben már a digitalizálást megelőzően felhasználásra kerültek az oktatás során. Az elkészült jegyzetek – a digitalizálást követően – 2014. február 28-tól érhetőek el.

A pályázat nem támogatja a nyomtatás költségét, hanem a teljesen ingyenes internetes hozzáférést preferálja. Ennek megfelelően a megjelenítés módja e-learning és pdf formátumban:

- tananyagok teljes verziója – önregisztrációt követően – online a Miskolci Egyetem e-Learning Centruma által üzemeltetett Moodle keretrendszerben, [www.kohasztananyagok.uni-miskolc.hu](http://www.kohasztananyagok.uni-miskolc.hu),
- a MÖI honlapja (letölthető pdf formátumban),
- az ISD Dunaferr Zrt. honlapja (a MÖI honlapjára navigáló linkkel),
- a [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu) honlapja (a MÖI honlapjára navigáló linkkel).

Így nemcsak a Miskolci Egyetem jelenlegi hallgatói, hanem más felsőfokú intézmények oktatói és diákjai, illetve gyakorló mérnökök, szakemberek is hozzá tudnak férni a legmodernebb ismeretekhez magyar nyelven.

Az e-learning biztosítja azt a lehetőséget, hogy a tananyagok szövegét ne csak fotókkal, rajzokkal, illetve diagramokkal illusztrálják, hanem animációkkal és mozgóképekkel is kiegészüljenek a jobb megértést segítve. A tananyagok összesen 53 mozgóképpel és 46 animációval szemléltetik az egyes berendezések működését, illetve a használatos eljárásokat.

A pályázat előírta a képzők képzését is, amire a teljes költségvetés min. 15 %-át kellett fordítani. Ennek keretében a tananyagok szerzői és lektorai, illetve az elkészült digitális jegyzetek segítségével oktató kollégák pedagógiai, e-learning módszertani és idegen nyelvű prezentációra való felkészítő képzéseken vettek részt a projekt megvalósítása során.

A projekt költségvetése 95 %-os támogatással és 5 % önrésszel finanszírozott, amikből a konzorciumi partnerek a vállalt feladatoknak megfelelő arányban részesültek. Az Egyetem vállalta 12 db tananyag elkészítését, a digitalizálás és a képzések lebonyolítását. Az Alapítvány feladata volt 3 db tananyag elkészítése, a mozgóképek és animációk készítésének megszervezése. A vállalt feladatokra, az ajánlatok mérlegelésével, mindkét fél elismert szakembereket választott. A tananyagok felkért szerzői a Miskolci Egyetem jelenlegi és volt oktatói, az ISD Dunaferr Zrt. dolgozói és főtanácsosai, illetve más a szakterületükön igen megbecsült szakemberek. A digitalizálást a Miskolci Egyetem e-Learning Centrumának munkatársai végezték. A képzéseket az oului egyetem szakemberei (idegen nyelvű oktatás), illetve az e-learning és pedagógiai módszertani képzések legjelentősebb hazai szakértői tartották. A mozgóképek az ISD Dunaferr Zrt, az ózdi ÓAM Kft. üzemeiben, a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Intézetének laboratóriumaiban, illetve egyéb külső helyszíneken készültek.

A projekt 12 hónapos előkészítési és 24 hónapos megvalósítási időszakában a megvalósítók csapatában néhány változás történt. Dr. Dénes Éva felkért társszerző a projekt korai szakaszában sajnos elhunyt, így szerzőtársai nélküle készítették el a jegyzetet. A projekt menedzsmentjében további két személyi változást történt: Kocsisné Dr. Baán Mária más, frissen elnyert tudományos projektek irányításában való részvétele miatt Dudás Róbertnek adta át helyét e projektet illetően. Prof. Dr. Kékesi Tamást a Miskolci Egyetem rektora tudományos és nemzetközi rektor-helyettesnek kérte fel, így a pályázat kivitelezésében vállalt feladatait – összeférhetetlenség miatt – Dr. Harcsik Béla adjunktus vette át.

Az elkészült új tananyagok jelentős segítséget nyújtanak nem csak az anyag- és kohómérnök hallgatók részére, hanem a szakmájukat már gyakorló mérnökök is nagy örömmel vették, hogy a régen tanultakat felfrissíthetik, kiegészíthetik és mindezt jól illusztrálva térítésmentesen tehetik.