

2



„AZ ÉN ÉLETEM
A GYÁR VOLT...

Portrévázlat dr. Horváth Ákosról

KERETSZABÁLYOZÁS
AZ EURÓPÁBAN GYÁRTOTT
CO₂-SZEGÉNY ACÉLÉRT



14

20



MULTIDISZCIPLINÁRIS
ANYAGTUDOMÁNY

AMIKOR MI TANULUNK
A MESTERSÉGES
INTELLIGENCIÁTÓL



30

33



AHOL MÚLT
ÉS JÖVŐ TALÁLKOZIK

A NAGYOLVASZTÓI
LÉGHEVÍTŐK TÜZELÉSE
OXIGÉNNEL DÚSÍTOTT
ÉGÉSLEVEGŐVEL



42

„AZ ÉN ÉLETEM A GYÁR VOLT...”

Portrészlet dr. Horváth Ákosról

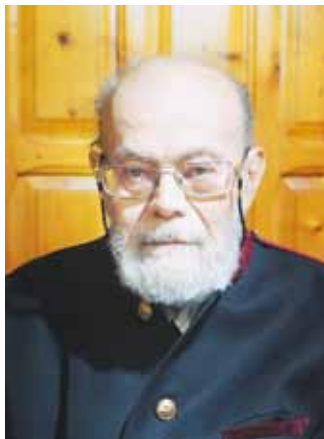


*Nagyon sok olyan embert ismerek az acélgyártás világából,
akiket már fiatal korban megigézett ez a nehéz,
kemény, de mégis varázslatos munka.*

*Dr. Horváth Ákos kamaszként került kapcsolatba
a Dunai Vasművel, ahol később
kiemelkedő szakmai és tudományos sikereket ért el.*

Hogyan kezdődött az ismerkedés a kohászat világával?

■ Már egészen korán, általános iskolás koromban megfogalmazódott bennem, hogy kohómérnök szeretnék lenni, ha felnövök. Vasárnaponként édesapámmal, aki szintén kohómérnökként dolgozott a gyárban, bejártam a Vasműbe. Ma már nem tennék ezt lehetővé a szigorú biztonsági előírások, de annak idején, amíg ők értekeztek, én bebaráncoltam a vállalatot. Csoda volt számomra az épülő egyes számú nagyolvasztó belseje, és az is, ahogyan láthattam felépülni a hengerműveket. Egyetemistaként 1966 nyarán már benn dolgoztam a gyárban, mint hengerész a Hideghengerműben. Kedves barátommal, évfolyamtársammal, *Verő Balázssal* ezután elkészítettük a minimálisan hengerelhető szalagvastagság meghatározását elemző dolgozatunkat az egyetemen. Az egyetemi tudományos versenyben első díjat nyert a munkánk, és egy évvel a végzésünk után, 1968-ban megjelent a Kohászati Lapokban is, amire felettébb büszkék voltunk. Nem dicsekvésképpen meséltem el a fentieket, csak az alapos szakmai ismeretek fontosságát szerettem volna kiemelni.



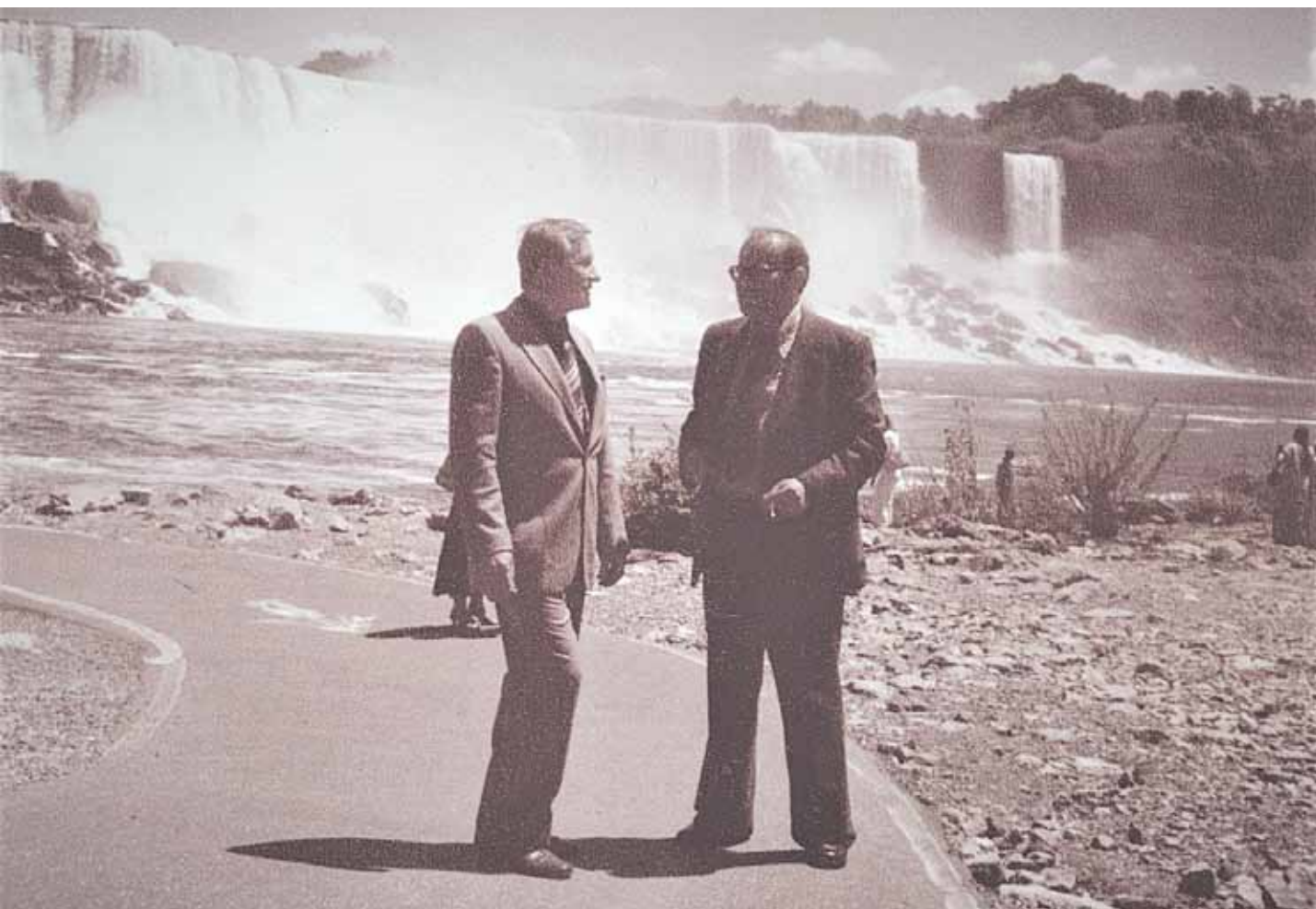
Hogyan folytatódott a vasműs pályafutása?

■ Így visszatekintve, szép hosszú időszak volt ez a négy évtized, hiszen a nyugdíjba vonulásomig a DUNAFERR-nél dolgoztam. Elsősorban a képlékenyalakító szakterü-

letek gyártás- és gyártmányfejlesztésével foglalkoztam. A Meleg- és a Hideghengermű rekonstrukciós fejlesztéseinek kidolgozása, a kanadai találmányú coil-box előlemezcsévéelő, a 6. készsori állvány telepítésének gyártástechnológiai és termékválasztéki vonzata, az elektrohidraulikus vastagságszabályozás és a húzva egyengetés hatása a minőségre és a termékválasztékre – hogy csak a legfontosabb témákat említsem, amelyeken rengeteget dolgoztunk a munkatársaimmal közösen. Ezek mind-mind nagyon fontos területek voltak a hatékony termelés szempontjából.

Melyek voltak azok a legfontosabb termékfejlesztések a DUNAFERR- nél, amelyek az Ön irányításával vagy közreműködésével jöttek létre?

■ Talán a két szabadalmat emlétem első helyen: a folyamatosan öntött brammából hengerelt, pikkelymentesen zománcozható acéllemezt, melyet ma is alkalmaznak, illetve a Meleghengerműben a szalagsori reveponthibák minimalisra csökkentését a revétlenítési rendszer és a hengerlési technológia módosításával. De fontos megemlítenem a hidegen jól alakítható, élhajlítható nagy szilárdságú acélszalag kifejlesztését és szabványosítását, a saválló acélok és DP-acélok gyártástechnológiájának a fejlesztését, a triplex lemez gyártásának fejlesztését, majd ezek kiváltását bór



Barcsik Lászlóval a Niagara-vízesésénél,
a coil-box telepítését megelőző tanulmányúton 1982-ben



A tizennégy éves Ákos:
már ekkor kohómérnöknek
készült



Az aranyjelvényes újító
1984-ben

mikroötvözésű, nemesíthető, kopásálló acélokkal, vagy a kiválóan mélyhúzható acélok és a termomechanikusan hengerelt nagy szilárdságú acélok kifejlesztését. Több, a közreműködéssel fejlesztett termék jelentős szakmai elismerést nyert el, például Industria Nagydíjat, vagy Magyar Minőség Háza Díjat. Ilyenek voltak a lakkbeégetéssel

NÉVJEGY

Dr. Horváth Ákos 1942-ben született Miskolcon

Okleveles kohómérnök, Nehézipari Műszaki Egyetem Miskolc, 1967

Egyetemi doktor, 1987

Minőségügyi szakmérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézet, 1992

1965-től az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagja, hosszú ideig a helyi csoport vezetőségi tagja

A Magyar Tűzhorganyzók Szervezetének tagja

Nős, két gyermeke és öt unokája van

keményíthető acélok, a zománcozható acélok, a lézer- és mikroplazma-vágásra alkalmas, feszültségmentes, melegen hengerelt táblalemezek és szélestekercsek. De közreműködtem hidegen hengerelt és a Sendzimir-rendszerű szalaghorganyzó soron horganyzott, többes fázisú acélminőségek kifejlesztésében is.

PÁLYAKÉP A DUNAI VASMŰBEN

- 1967-1969: Hideghengermű – hengerész
- 1969-1970: Hideghengermű – üzemmérnök
- 1970-1976: Hideghengermű – termelési osztályvezető
- 1976-1982: Hengerművek – technológiai vezető
- 1982-1986: Hideghengermű – vezető technológus, gyáregységvezető-helyettes
- 1986-1991: DUNAFERR Rt. – vállalati főtechnológus
- 1991-1993: Acélművek Kft. – főtechnológus
- 1993-1999: Acélművek Kft. – minőségbiztosítási és technológiafejlesztési főmérnök
- 1999-2006: Acélművek Kft. – műszaki technológiai főmérnök
- 2006-2007: ISD DUNAFERR Zrt. – a kereskedelmi vezérigazgató-helyettes szakmai tanácsadója

Oktatási tevékenysége révén is sokan ismerhették az Ön nevét...

■ Az 1980-as években kapcsolódtam be a hengerész szakmunkások képzésébe, és csaknem három évtizeden át vettem részt az oktatásban óraadóként. A szalaghengerlés témakörében tankönyvet is írtam, és részt vettem a vizsgáztatásokban is, egészen 2013-ig. Az 1990-es évektől szoros szakmai szálak fűztek a Dunaújvárosi Főiskolához és a Miskolci Egyetemhez is. Rendszeresen felkértek mindkét felsőoktatási intézményben államvizsgabizottsági tagnak, illetve esetenként a



Az Industria Nagydíj átvétele 1999-ben

vizsgabizottságok elnökeként is dolgoztam. Jó volt látni a sok tehetséges, fiatal mérnököt, akik közül sokan ma is felelőségteljes munkakörökben dolgoznak a magyar acéliparban. A Dunaújvárosi Főiskolán tizenöt éven keresztül oktattam a hengerléstechnológia tárgyat a képlékenyalakítás szakon tanuló mérnökhallgatóknak, illetve egy ideig elláttam az Ipari Tanácsék vezetését is, ameddig ennek létezését a hallgatók száma és a felvett szakirány szükségessége tette. 2014-ben digitális egyetemi tankönyvet írtunk Rúd- és lapostermékek hengerlésének elméleti és technológiai szempontjai címmel, szerzőtársaimmal, *dr. Farkas Péterrel, dr. Gulyás Józseffel és Illés Péterrel*. Emlékezetesek voltak számomra a külföldi tudományos eseményeken megtartott szakmai előadások is, például 1986-ban a Freibergi Akadémiára, 1995-ben pedig az Európai Mi-



Kollégákkal egy szakmai rendezvényen, a nyolcvanas években

DÍJAK, ELISMERÉSEK

OMBKE-nívódíjak

Kiváló Újító Aranyjelvény, 1984

Veszprémi Akadémiai Bizottság tagja, 1985-1990

Minisztertanácsi kitüntetés „Kiváló Munkáért”, 1988

DUNAFERR Alkotói Alapítvány nívódíjak

Címzetes főiskolai docens, 2001

Borovszky Ambrus-díj, 2003

DUNAFERR Rt. Főtanácsosa, 2004

nőségügyi Szervezet (EOQ) konferenciájára, Lausanne-ba hívtak meg előadóként.

Ilyen életkorban már hajlamos az ember az összegzésre, éppen nemrég számoltam össze én is, hogy írott formában milyen „nyomokat hagytam” a szakmában. 62 publikáció és 35 előadás köthető a nevemhez, a magyar mellett angol, német, olasz és orosz nyelvűek is. Az évtizedekig kiadott DUNAFERR Műszaki Gazdasági Közleményekben 35, a Bányászati-Kohászati Lapokban 19 cikkem, egyéb szakfolyóiratokban 8 írásom jelent meg és összesen 35 előadást tartottam különböző szakmai konferenciákon, tudományos rendezvényeken.

Kik azok az egykori vezetők, mérnök pályatársak, kollégák, akikhez valami miatt a legmeghatározóbb emlékei fűződnek?

■ Nagyon sok nevet említhetnék, hiszen az egyetem óta folyamatosan remek emberekkel dolgozhattam együtt. Nehéz most közülük néhány személyt kiemelni, de például *Pöstényi Balázs*, egykori főnököm, későbbi jó barátom ilyen meghatározó szakmai kapcsolat volt számomra. *Kőhalmi Kálmánra* úgy emlékszem vissza, hogy nemcsak kiváló szakember, de egészen kivételesen jólelkű ember is volt. De későbbi kollégáim, *Szűcs Lajos*, *Kovács Mihály*, *Szélig Árpád*, *dr. Sebő Sándor* és *dr. Szűcs László* ugyanilyen fontos emberek az életemben.

Hogyan gondol vissza erre a tartalmas, szép szakmai pályára? Mire a legbüszkébb?

■ Én minden egyes munkanapot egyformán fontosnak érzek így utólag is. Azt hiszem, szerencsésnek mondhatom magam, hiszen a pályafutásom során végig megadatott számomra a szakmai önállóság, a függetlenség, és ez hihetetlenül nagy dolog. Az alkotó műszaki ember nem dolgozhat hatékonyan és kreatívan, ha ez a feltétel nem biztosított a

FONTOSABB PUBLIKÁCIÓK ÉS ELŐADÁSOK, 2000-2017

- dr. Horváth Ákos, dr. Szabó Zoltán, Nagy Istvánné: Hengerelt termékeink gyártmányfejlesztése (Bányászati és Kohászati Lapok, 2000/9.)
- Nagy György, dr. Horváth Ákos, Varga Ottó: A hideghengermű műszaki és technikai fejlődése (BKL, 2000/9-10.)
- dr. Gulyás József, dr. Horváth Ákos, Lőrinczi József, dr. Sebő Sándor, Szélig Árpád, dr. Verő Balázs: Finomszemcsés nagy szilárdságú acélok termékválasztékának bővítése a DUNAFERR Rt.-ben (BKL, 2003/2.)
- dr. Verő Balázs, Hirka József, dr. Horváth Ákos, dr. Zsámbók Dénes: Ultrafinom és nanoszemcsés acélok (BKL, 2004/2.)
- dr. Horváth Ákos, dr. Sebő Sándor, Takács László, Mihaldinecz László, Illés Péter: Melegen hengerelt szélesszalagok és táblalemezek lézervághatóságának javítása (DUNAFERR Műszaki Gazdasági Közlemények, 2005/1.)
- dr. Horváth Ákos, dr. Sebő Sándor, Kovács Mihály, Szélig Árpád, Kemele István: A meleg- és hideghengermű kapacitásnövelésének technológiai aspektusai (DMGK, 2005/2)
- dr. Horváth Ákos, dr. Sebő Sándor, dr. Verő Balázs: Többes fázisú és TRIP-acélok gyártása meleghengerléssel (BKL, 2006/3.)
- dr. Horváth Ákos: Síkfekvő szélesszalag hideghengerlésének feltételei reverzáló hideghengersorokon (DMGK, 2007/4.)
- dr. Szabó Zoltán, dr. Horváth Ákos: A Dunafer 70 éves (DMGK 2011/1.)
- dr. Horváth Ákos, Illés Péter: A melegen hengerelt szélesszalag szelvényalakjának hatása a melegen és hidegen hengerelt késztermékek alakjára (BKL, 2017/1.)

számára. Én nagyon szerettem a munkámat, boldoggá tettek, ha a termelésben láttam hasznosulni a kutatásaim eredményeit. Nagyon örültem annak, hogy a munka révén nagyon sok országba eljuthattam, és annak is, hogy sok kollégához a munkakapcsolaton túl jó barátság is fűződött. A feleségem sokszor mondogatta, néha rosszállóan is, ha túl hosszúra nyúltak a munkanapok, hogy az én életem a gyár volt. Félig viccesen, félig komolyan sokszor elmondtam baráti társaságban, hogy ha nyerek a lottón, én megveszem a hengerműveket. De az élet úgy hozta, hogy sajnos nem nyertem...

MÉRSÉKELTEN KEDVEZŐ KILÁTÁSOK



A mexikói Monterreyben 2019. október 12-16. között rendezték meg a worldsteel 52. taggyűlését. Ezúttal is számos, a tagországok szempontjából fontos gazdasági folyamatról, iparági előrejelzésekről kaphattak első kézből információt a jelenlévők.

DR. MÓGER RÓBERT igazgató, MVAE

Idén dr. Edwin Basson, a worldsteel igazgatója nyitotta meg a rendezvényt. A mexikói elnök foglalkoztatásért felelős vezetője, Alfonso Romo előadása betekintést engedett a mexikói munkaerőpiac helyzetébe. Az előadó megjegyezte, hogy az acélipar összesen 672 000 embernek ad megélhetést Mexikóban. Az iparág nemzetgazdasági súlyát jól mutatja, hogy a GDP-ből 2%-os a részesedése, az iparon belül pedig 6,9%. Dr. Jesús Seade külügyminiszter-helyetese Mexikó és a NAFTA-országok gazdasági és külügyi kapcsolatrendszerét elemezte előadásában. Kiemelte, hogy a Trump-intézkedések (pl. a kilátásba helyezett safeguard-

intézkedések, a határkerítés építése, a NAFTA-szerződés újratárgyalása) negatív hatással voltak a mexikói gazdaságra. H. E. Saeed Ghumran Al Remeithi, a worldsteel gazdasági bizottságának vezetője a jelen acélipari helyzetét, valamint a jövőre várható kilátásokat foglalta össze. A világgazdasági fejlődését számos tényező befolyásolja:

- az olajár volatilitásának növekedése,
- az USA és Kína kereskedési háborúja,
- geopolitikai feszültségek (populizmus, választások, szankciók),
- Kínai gazdaság fejlődésének mérséklődése.

A világgazdaság gyártási szektorának szempontjából további, kevésbé biztató jelek mutatkoznak:

- a világgazdasági bizonytalanságok csökkentik a beruházások mértékét és növelik a piaci félelmeket,
- az EU gazdasági lassulással néz szembe, amit a német gazdasági növekedés jelentős mérséklődése, valamint a Brexit tovább erősít,
- az USA-ban véget ért a hosszú ideje tartó gazdasági erősödés kora, gyenge gyártási szektor növekedéssel kell szembenézni,

- Japán és Dél-Korea exportja a gyenge kereslet miatt alig fejlődik.
- Kína gazdasági növekedése újabb mélypontot ért el. 1992 óta a 2019-es év 6,1%-os növekedése lesz a leglassabb fejlődés az ázsiai országban.

A fentiek hatására az acélipar legfőbb felvevő ágazataiban is csökkenő keresletre kell felkészülni. A gépjárműipar 2018-ban kezdődött recessziója 2019-ben várhatóan befejeződik, 2020-ra gyenge növekedéssel számolnak. Az építőipar teljesítménye Kínában továbbra is csökkeni fog, azonban a világ többi részén kismértékű növekedésre lehet számítani jövőre. A gépipar területén nem várható javulás, az idei év csökkenő acéligénye mellett jövőre is ez várható.

Az előrejelzés szerint az EU acélipara az idei év közel 1%-os csökkenése után jövőre 1%-os növekedésre számíthat (kb. 170 Mt), ami azt jelenti, hogy a 2008-as pénzügyi gazdasági válság alatt lecsökkent termelési szintről nem tud elrugaszkodni.

A 2020-as évben valamennyi régióban kismértékű növekedésre lehet számítani.



Dr. Jesús Seade

2018-ban a világon összesen 1708,6 Mt acélt termeltek, ami idén várhatóan 1775,0 Mt-ra növekszik. Az idei évre várható 3,9%-os éves acélipari növekedéssel szemben 2020-ra csupán 1,7%-os növekedésre számít a Worldsteel, ami számszerűsítve 1805,7 Mt acélt termelést jelent.

Mint ahogyan az elmúlt időszakban mindig Ázsia került a középpontba az acélipar termelésnövekedésének szempontjából, ez vélhetően jövőre sem változik. A Kína (909,1 Mt) nélkül értendő ázsiai régió több mint 4%-os termelésnövekedésre számíthat. Ezzel a régió a második legnagyobb acéltermelővé válik (212,6 Mt), megelőzve az Európai Uniót.

Amennyiben országspecifikusan nézzük az acéltermelést, a fent felvázolt tendencia teljes mértékben nyomon követhető. India Kínát követően a második helyre ugrott, termelése jövőre elérheti a 108,7 Mt-át, ezzel letaszítva az Egyesült

Államokat a harmadik helyre (101,2 Mt). Külön érdekesség, hogy 2020-ban a TOP10-ben megjelenik Vietnam is, 25,3 Mt termelési volumennel.

A taggyűlés több előadásában szóba került a körkörös gazdaság, amely az acélipar számára kihívásokat és lehetőségeket is rejteget. Az acéliparban az acélhulladékok gyártásba történő visszajáratása (recycling) helyett egyre inkább az újragyártás és újrafelhasználás kerül előtérbe.

Szintén több előadás foglalkozott a személygépjárművek piacán az elektromos autók részarányának növekedésével, valamint a többek között ezekhez köthető okosváros-konceptiókkal. Az előadók között a BMW latin-amerikai divíziójának elnök-vezérigazgatója, Alexander Wehr, és a gépjárműipari kutatóközpont vezetője, John Catterall is bemutatta vízióját a jövő gépjárműiparáról, autójáról.

A közeljövő kilátásai az acélipar számára mérsékelten kedvezőek, és térségenként – politikai-gazdasági okokból kifolyólag – nagy eltéréseket mutathatnak. Az acélipar imázsának javítása elengedhetetlen annak érdekében, hogy az acél ne csak a jelen, hanem a jövő legelterjedtebb mérnöki anyaga is lehessen.



Dr. Edwin Basson



Alfonso Romo

ACÉLVÁROS

BEVÁSÁRLÓKÖZPONTOK

A legtöbb modern bevásárlóközpontban acélt használnak az úttörő formavilág létrehozásához. Angliában, Bristolban található a Cabot Circus, melynek teteje közel 6 000 m² acélból és üvegből készült. A konstrukció egy hatalmas szabadtéri átrium érzetét kelti.

SPORTLÉTESÍTMÉNYEK

A pekingi „Madárfészek” sportstadion építéséhez 42 000 tonna acélt használtak fel.

KÖZLEKEDÉS

A nagy szilárdságú acéltövezetekből készült járművek könnyebbek, ezáltal az üzemanyag-fogyasztásuk is kedvezőbb. Évente körülbelül 85 millió jármű gördül le a gyártósorokról világszerte.

IPAR

Az ipari szektor meghatározó szerepet tölt be a világ legtöbb országának gazdaságában, és ennek elengedhetetlen eleme az acél. Az ipar adja az Amerikai Egyesült Államok GDP-jének 13 százalékát.



ENERGIA



VÍZ

EGÉSZSÉGÜGY

Acélt használunk, hogy kórházakat építsünk, de ezen túl a berendezések nagy része, sőt, az orvosok által használt eszközök többsége is acélból készül. A Chris Hani Baragwanath, Afrika legnagyobb kórháza, több mint 3 200 ágygal, amelyek mind acélból készültek.

ÚJRAHASZNOSÍTÁS

Az acél a világ legnagyobb mértékben újrahasznosított anyaga. A világon keletkező acélhulladék 85 százalékát hasznosítjuk újra.

worldsteel
ASSOCIATION

**Az acél a modern városok pótolhatatlan alapanyaga.
Az acél az életünk része, amely munkahelyet teremt, közösséget épít,
valamint a modern gazdaság szerves részét képezi.**



IRODAHÁZAK

A modern felhőkarcolók acélszerkezetei a helykihasználás és az építészet határait feszegetik. Dubajban közel 150 felhőkarcoló található, és ez a szám egyre csak növekszik.



MŰVÉSZET

Az acél olyan művészeti alkotások létrejöttét segíti elő, mint például a Brüsszelben található Atomium.



LAKÓHÁZAK

Az olyan olcsó, de megbízható építőanyagok használata, mint az acél, lehetővé teszi a modern lakóépületek gyorsabb kivitelezését.



ENERGIA

A turbináktól a transzformátorokig – a fenntartható energia előállítása, valamint célba juttatása nagy mértékben függ az acéltól. Brazília 451 TWh alternatív energiát állít elő évente.



SZÁLLÍTÁS

A nagy sebességű acél vasutak megnyitják a világot előttünk, csökkentik az utazás időtartamát, valamint egy fenntartható utazási formát teremtenek. Franciaországban évente 130 millió vonatutat bonyolítanak le.



MŰSORSZÓRÁS

Az acélból készült adótoronyok az ember által készített legmagasabb építmények közé tartoznak. A Tokióban található Skytree torony 634 méter magas.

[#sustainablesteel](https://www.sustainablesteel.org/)

GAZDASÁGI ÉS ACÉLPIACI KITEKINTÉS 2019-2020

Az első negyedéves 1,6%-os csökkenést követően 2019 második negyedévében 7,7%-kal esett a látszólagos acélfelhasználás az előző év azonos időszakához képest.

Az acélkeresletre jellemző negatív trend az Unió feldolgozóiparára jellemző, a második negyedévre egyre hangsúlyosabbá váló, gyengélkedő exportból és beruházási kedvből eredő folytatódó visszaesés következménye. A fő mutatók az év további részére is gyengülést jeleznek, 2020 második negyedéve előtt pedig nem várható javulás.

Az Európai Unió feldolgozóiparának lejtmenete egy darabig vélhetően még nem éri el a mélypontot: az Egyesült Államok és fő kereskedelmi partnerei közötti egyre mélyülő kereskedelmi háború, valamint a Brexitet övező folyamatos bizonytalanság súlyosan érintheti a világkereskedelmi környezetet, ami az üzleti hangulat további romlását váltaná ki, valamint visszafogná a beruházások növekedését. Ezt a forgatókönyvet az Unió acélipara súlyosan megszenvedné, hiszen ilyen esetben az importtorzulás kockázata, valamint a volatilitás fokozódna a védintézkedések kvótájának idei és jövő évre vonatkozó növelése következtében.

UNIÓS ACÉLPIACI KÖRKÉP

Az Európai Unió látszólagos acélfelhasználása 7,7%-kal esett vissza 2019 második negyedévében az előző év azonos időszakához képest, ami 39,3 millió tonnás csökkenést jelent. A szezonális mintával ellentétben a készletciklus negatívba fordult 2019 második negyedévében, ami tovább súlyosbította a végleges acélfelhasználásra jellemző negatív trendet. A tavaly második félévi készletciklus valójában a szokásosnál alacsonyabb szezonális készletcsökkenéseket mutatott, ami 2019 elején viszonylag magas készlet szinteket eredményezett.

Az acélfelhasználó ágazatok üzleti környezetének év eleje óta tartó romlása a készletek vártnál gyorsabb csökkenését váltotta ki a második negyedév folyamán. Az uniós piacra irányuló szállítás első negyedévre jellemző 3%-os mérséklődését követően az acélkereslet jelenlegi visszaesése a második negyedévben 4%-os csökkenéshez vezetett, 2018 azonos időszakához viszonyítva.

A disztribúciós láncban jelentkező készletfelhalmozás mértéke alacsonyabb volt 2018 azonos időszakához képest, ami erősítette a végleges acélfelhasználás terén mutatkozó negatív tendenciát. Mindezt az elmúlt év második felére jellemző készletezési ciklus fejlődésével összefüggésben kell tekinteni, amelyet a szokásosnál alacsonyabb szezonális készletleépítések és ennél fogva a relatívan magas készlet-szintek jellemeztek az Unió acéldisztribúciós láncában 2019 elején.

A harmadik országok felől érkező behozatal első negyedévben regisztrált 1%-os mérséklődését követően a második negyedévben jelentős mértékben, mintegy 19%-kal, vagyis hozzávetőleg 8,5 millió tonnával csökkent, ami az Unió acélkeresletének 21,7%-át teszi ki.

A teljes import alakulása elfedi az egyes termékek szintjén jelentkező torzulásokat. Ez a jelenlegi kvótarendszer működési mechanizmusából adódik, amelynek eredményeként számos, az Unióba exportáló kiemelt partner, mint



például Törökország és Kína igyekezett maximalizálni negyedéves kvótakeretét. Ez különösen jól látható az autóiipari felhasználásra szánt bevonatos lemezek, illetve a betonacélok és huzalok esetén.

2019 második negyedéve óta az Európai Unió acélpiaca egyre súlyosabb kihívásokkal néz szembe, amelyek még negatívabb következményekkel járnak a piaci körülmények tekintetében.

A 2019 első két negyedévében bekövetkezett rekordszintű visszaesést követően az év harmadik és negyedik negyedévére vonatkozó korai előrejelzések az acélfelhasználás további csökkenését prognosztizálják éves összevetésben, ami a tényleges acélfelhasználás 0,5%-os esését okozza a teljes idei évre. 2020-ban várhatóan egy alacsonyabb szinten stabilizálódhat a piac.

A látszólagos acélfelhasználás az előző évihez képest 2019-ben előreláthatóan mintegy 0,6%-kal csökken, elsősorban az uniós acélgyártók rovására. A látszólagos acélfelhasználás 2019-ben várható, az előző év azonos időszakához viszonyított 3,1%-os visszaesése, valamint a folyamatos importnyomás elsősorban az Európai Unió acéltermelőinek pénzügyi teljesítményét sújtja.

A piaci körülmények mérsékelt javulása várható 2020-ban, ugyanakkor az importtorzulásokból eredő kockázatok és a folytatódó globális túlkapacitás továbbra is veszélyeztetik az unió acélpiacának stabilitását. A látszólagos fogyasztás várhatóan magához tér 2020-ban, az előrejelzések 1,4%-os növekedést mutatnak, ami alapvetően a készletek mérsékelt rendeződésének az eredménye.

ACÉLFELHASZNÁLÓ ÁGAZATOK AZ UNIÓBAN

Az előző ciklus csúcsa, a 2017-es év vége óta a feldolgozóiparban romlottak az üzleti feltételek. Míg 2019 második negyedévében felgyorsult ez a csökkentő tendencia, különösen az autóiiparban, addig az építőipar kibocsátása tovább nőtt. Ennek eredményeként az acélfelhasználó ágazatokban kifejezetten lelassult a termelés növekedése. 2019 második negyedévében az előző évi időszakhoz képest 0,2%-kal esett az acélfelhasználó ágazatok teljes kibocsátása, miközben az első negyedévben még növekedést mértek.

Az ipari termelés visszaesése nem csak Európát érinti, hiszen már globális méreteket öltött, tükrözve a fokozódó kereskedelmi feszültségeket és a bizonytalanságot – ami egyre nagyobb mértékben akadályozza a beruházásokat. Bár nem várható jelentős visszarendeződés, az Unió acélfelhasználó ágazatainak némi fellendülésére lehet számítani 2020 folyamán.

A külső kockázatok továbbra is árnyékként vetülnek a következő negyedévre. A globális kereskedelem alapjai egyértelműen rossz irányba mozdultak, az Egyesült Államok kormánya által a főbb kereskedelmi partnerei felől érkező importárura kivetett vámok miatt, amelyek retorzióként hasonló vámtarfiákat eredményeztek az amerikai termékekre. Ennek hatásaként az Európai Unió feldolgozó ágazata komoly hanyatlást tapasztal, tekintettel a jelentős



globális kereskedelmi kitétségére. A helyzetet tovább súlyosbítaná egy megegyezés nélküli Brexit, illetve a protekcionista kereskedelmi intézkedések további eszkalációja. Másrészt viszont egy rendezett Brexit, valamint az Egyesült Államok és a kereskedelmi partnerei közötti viták enyhülése segítene helyreállítani az üzleti bizalmat, illetve támogatná az acélfelhasználó ágazatok termelékenységét.

Az Unió acélfelhasználó ágazatainak kibocsátása az előrejelzések szerint 0,4%-kal nő 2019-ben, majd 0,6%-kal 2020-ban.

UNIÓS GAZDASÁGI KÖRNYEZET

A második negyedévben a globális gazdaság kilátásai tovább romlottak, a negatív kockázatok erősödtek, a nemzetközi kereskedelem intenzívebb lassulásával párhuzamosan, ami jelentősen befolyásolta az ipari termelést, és zavarokat okozott az ellátási láncokban. Az Unió gazdasága különösen sérülékenynek tűnik, mivel nagyban ki van téve a nemzetközi kereskedelem ingadozásainak; az előző ciklus során a növekedéshez való hozzájárulása az exportból származott. Másrészt a gazdasági növekedést – jóllehet lassuló tendenciát mutat – továbbra is a végső fogyasztás támogatta, ami részben ellensúlyozta az export csökkenő hozzájárulását. A szolgáltatások az ipari ágazatok gyengélkedésével ellentétben ellenállóbbnak bizonyultak,

azért is, mivel a szektort sokkal kevésbé érinti a belső és külső verseny.

Az Európai Unió gazdasága továbbra is negatív kockázatoknak van kitéve, úgymint az Egyesült Államok és fő kereskedelmi partnerei közötti viták lehetséges elmérgesedése, karöltve egy megállapodás nélküli Brexittel, és az üzleti hangulat további romlásával, valamint a beruházások gyengébb növekedésével. A nemzetközi gazdasági ciklus 2017 második felében elért csúcspontja óta a GDP növekedése mind világszinten, mind az euróövezetben lassul. Ez a lassulás 2019 folyamán felerősödött, különösen az euróövezet legnagyobb gazdaságában, Németországban, ami általánosságban a feldolgozóipar, de különösen az autóipar visszaesésének következménye. Emiatt az Európai Unió 2013 második feléve óta a legrosszabb éves szintű növekedési rátát produkálta. A makroökonómiai kilátások valószínűleg nem javulnak jelentősen, tükrözve a fennálló bizonytalanságot és a legtöbb ipari ágazatra jellemző gyengélkedést, ugyanakkor az expanzív monetáris és – kisebb mértékben – fiskális politikának köszönhetően az Unió gazdasága várhatóan nem süllyed recesszióba.

Az EUROFER az Unió GDP-jének 1,2%-os növekedését prognosztizálja 2019-re és 2020-ra egyaránt.





FUTURE STEEL FORUM 2019 Budapest

*A Steel Times International kiadója,
a Quartz Business Media Ltd. szervezésében harmadszor
került megrendezésre a nemzetközi Future Steel Forum.
2019-ben hazánk adott otthont a rangos eseménynek.*

Az Ipar 4.0 tematikájú acélkohászati konferencia kiemelt témái ezúttal a kiterjesztett valóság, a robotika, a kibertervezés és gyártás valamint az FOG computing voltak.

Mi a „platformizáció” és hogyan kapcsolódik a digitális gyártástechnológiákhoz? Hogyan segíthet a felhőalapú tervezés az acélgyártóknak a hatékonyság javításában és a költségek csökkentésében? Meddig juthatunk a gépi tanulásban, megőrizve az etikai felelősséget, és mit is jelent pontosan a „knowledge engineering” vagy a „digital twin”, esetleg a „data lake”? Ilyen és ehhez hasonló kérdésekre kaphattunk választ a kétnapos rendezvény előadásai és panelbeszélgetései alatt. Az esemény természetesen kiváló lehetőséget biztosított a több mint 130, a világ minden tájáról érkezett résztvevő számára a kapcsolatépítésre is. A kiállítók sorában többek között olyan cégekkel találkozhattunk, mint az ArcelorMittal, AMETEK Land, IBM, OM Partners, PSI Metals, PwC Strategy, Rockcheck Steel Group, SAP, Swerim AB vagy a Tata Steel.



Az elhangzott előadások jelentős része az esemény honlapjáról (<https://futuresteelforum.com>) szabadon letölthető.

A rendezők már közzétették a következő Future Steel Forum helyszínét és időpontját is: 2020-ban a cseh főváros ad otthont az I4.0 iránt elkötelezett acélipari szakemberek soron következő seregszemléjének. Mi ott leszünk! És Ön? Találkozzunk 2020. június 2-3-án Prágában!





KERETSZABÁLYOZÁS AZ EURÓPÁBAN GYÁRTOTT CO₂-SZEGÉNY ACÉLÉRT

Támogató feltételek mellett, nevezetesen egy keretszabályozás és megfelelő infrastruktúra esetén az európai acéltipar képessé válik arra és teljes mértékben elkötelezett lesz az iránt, hogy hozzájáruljon az Európai Unió hosszú távú klímacéljainak eléréséhez. Lehetőség nyílna olyan új technológiák kifejlesztésére, piaci bevezetésére, amelyek az 1990-es szinthez képest legalább 80-95%-kal csökkenthetnék az iparág szén-dioxid-kibocsátását.

A világ más régióinak acélagazatai is ezt az utat fogják követni, amennyiben az Európai Unió képes megmutatni, hogy az iparág szén-dioxid-mentesítése a versenyképesség vagy piaci részesedés vesztese nélkül, a CO₂-kibocsátáscsökkentés költségei mellett is lehetséges. A Föld éghajlatának védelme szempontjából ez rendkívül fontos, hiszen a globális acéltipar a világ antropogén (emberi tevékenységtől

függő) CO₂-kibocsátásának jelentős részéért – mintegy 7%-ért felelős. Az előrejelzések alapján a világ acéltipartermelése a 2018-as 1,7 milliárd tonnáról 2050-re 2,8 milliárd tonnára növekszik. Az sem túl valószínű, hogy az acélhulladékból kielégíthetnénk a globális acéligényt még a század vége előtt. Ebből adódóan elengedhetetlen, hogy az Unió fejlessze mind az elsődleges, mind a másodlagos acéltipartermelést a klímapolitikai célkitűzések teljesítése érdekében.

Az Európai Bizottság „Tiszta bolygót mindenkinek” stratégiai elképzelése rámutat, hogy az acéltiparban a CO₂-kibocsátás nagyfokú csökkentésének elérése technológiai megoldások kombinációjával lehetséges, beleértve az acél-újrafeldolgozást, a szén-dioxid-leválasztást és -tárolást, a folyamatintegrációt, illetve az elektromos/hidrogén alapú kohászatot. A Bizottság dokumentuma ugyanakkor megerősíti, hogy az energiaintenzív ágazatok közül az acéltipar van legnagyobb mértékben kitéve a kibocsátásáthelyezésnek, mind a termelésre, mind pedig a beruhá-

Az előrejelzések alapján a világ acéltipartermelése a 2018-as 1,7 milliárd tonnáról 2050-re 2,8 milliárd tonnára növekszik.

zásokra gyakorolt lehetséges hatások tekintetében.

Az acélipar átalakítása jelentős beruházásokat igényel a szén-dioxid-mentesítéshez szükséges technológiákba, miközben az iparágak továbbra is meg kell őriznie versenyképességét az átmenet során és azt követően egyaránt. A szektor által közvetlenül nem befolyásolható külső tényezők is döntő szerepet fognak játszani, mindenképp a leginkább CO₂-szegény energiához/villamos energiához és alapanyagokhoz való hozzáférés, valamint a CO₂-tárolókapacitás, ahol ez megfizethető áron elérhető. Az Európai Unió acéliparának 2050-re éves szinten mintegy 400 TWh szén-dioxid-mentes villamosenergia igénye lesz (beleértve a hidrogén előállítását és felhasználását is); ez a hálózatról vételezett jelenlegi villamosenergiamentesség hétszeresének felel meg.

Nyilvánvaló, hogy az Uniónak a lehető leghamarabb ki kell dolgoznia egy olyan átfogó szakpolitikai keretrendszert, ami hozzájárul a klímapolitikai célok eléréséhez, miközben segít megőrizni az ipar versenyképességét, különösen a nemzetközi versenynek is kitett, energaintenzív szektorok esetében, mint amilyen az acél is. Figyelembe véve a technológiák elterjedésének, bevezetésének időszükségletét, alapvető fontosságú, hogy az áttörést jelentő megoldásokat a lehető leggyorsabban ipari körülmények között teszteljék és építsék ki a következő évtized során. Ebből a szempontból fontos megérteni, hogy az uniós acélgyártók nemcsak az EU/ETS teljesítési költségeivel (29 EUR/ tCO₂ 2019 júliusában) szembesülnek, hanem a teljes csökkentési költségekkel is, amelyek magukban foglalják az áttörést jelentő technológiák ipari léptékű kifejlesztésének/bevezetésének költségeit, valamint a megnövekedett működési költségeket, különösen a CO₂-szegény energia tekintetében. Ezek a működési költségek több mint tízszeresét tehetik ki a CO₂ kibocsátáscsökkentés jelenlegi egy tonnára eső költségének. Az acélpiacok ma nem tolerálják a költségbeépülést, ezért egy átfogó jogi keretrendszernek kell kezelnie mindkét kérdést. E tekintetben a legrelevánsabb elemek a technológiafejlesztés, az energiaellátás, illetve a beruházások.

A CO₂-semleges technológiák megvalósításának, az áttörést jelentő technológiákra fordított K+F-nek, valamint az ipari környezetben történt demonstrációnak az állami támogatása továbbra is létfontosságú marad, ideértve az uniós állami támogatások szabályainak kiigazítását, ahol az szükséges. Az új technológiákhoz megközelítőleg

A beruházások tervezhetősége érdekében rendkívül fontos feltérképezni az Európai Unió energiainfrastruktúrájának jelenlegi állapotát, illetve jövőbeni szükségleteit.

50-60 milliárd eurónyi beruházásra lesz szükség, illetve 80 és 120 milliárd euró közötti tőke- és működési költséget eredményeznek majd évente. Az elsődleges acél tonnánkénti ára 35-100% közötti mértékben fog növekedni.¹ Ezt a kihívást csak úgy lehet leküzdeni, ha a magántőkét egy-egy és összehangolt állami támogatási lehetőségekkel egészítik ki uniós, nemzeti és regionális szinten.

Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású vagy szén-dioxid-semleges energiahordozók – főként a villamos energia és a hidrogén – hozzáférhetősége és nagy mennyiségben történő rendelkezésre állása megfizethető áron szintén szükséges előfeltétele az acélipar sikeres átalakításának. Ez elengedhetetlenné teszi egy megfelelő energiapiac meglétét, valamint a megfelelő infrastruktúra időben történő kialakítását, különös tekintettel a villamos energia, a gáz, a hidrogén és a CO₂ szállítására és tárolására. A beruházások tervezhetősége érdekében rendkívül fontos feltérképezni az Európai Unió energiainfrastruktúrájának jelenlegi állapotát, illetve jövőbeni szükségleteit. Ezt az energiarendszer megfelelő keretszabályozásával kell megtámogatni.

AZ EU ENERGIARENDSZERÉNEK MEGFELELŐ KERETSZABÁLYOZÁSA

- hozzájárul az európai acélipar villamos energiával, gázzal és hidrogénnel történő megbízható ellátásához versenyképes áron, annak érdekében, hogy az áttörést jelentő technológiák a lehető leghamarabb bevezetésre kerüljenek;
- közös európai hidrogén-stratégiát eredményez, ami a nemzeti hidrogén-stratégiákon alapul, de különös figyelmet fordít a határokon átnyúló energiaszállítási útvonalakra;
- lehetővé teszi a hidrogén korábbi földgázvezeték-rendszereken történő szállítását;
- kialakítja a hidrogénre vonatkozó megfelelő jogszabályokat;
- elősegíti a zöld villamos energiát termelő napelemes, szélenergiás (szárazföldi és tengeri), illetve vízi erőműrendszerek fejlesztését;
- biztosítja a zöld villamos energia szállítását az előállítás helyétől a távolos acélüzemekbe is;

¹ Frissített EUROFER Low-CO₂ Steel Roadmap (2019)

- támogatja az elektrolízis-üzemek fejlesztését, aminek az eredménye a zöld hidrogén gigawattos nagyságrendben történő előállítás;
- lehetővé teszi a zöld villamos energia és hidrogén árának egy nemzetközileg versenyképes szinthez való hozzáigazítását a kezdeti időszakban, hogy megbízható és életképes költségbázist nyújtson a CO₂-szegény acélüzemekbe való beruházási döntésekhez. Ez az intézkedés biztosítja, hogy a szén-dioxid-csökkentés területén az elérhető legjobb technológiákba irányuljanak a beruházások, és ne torzítsák ezt a hidrogénelátás regionális különbségei az európai hidrogén-gazdaság kezdeti időszakában.

Az ipari létesítmények szén-dioxid-mentesítésére elérhető uniós és nemzeti pénzügyi támogatási megoldásokat megfelelő mértékben biztosítani kell a 2020-tól 2050-ig terjedő átmeneti időszakban – nevezetesen egy hosszú távon is nulla, vagy alacsony kamatú hitelt nyújtó kockázatmentesítési eszköz révén; CO₂-támogatásokkal vagy „különbözeti szerződésekkel”, például az EBB klímabankká történő javasolt átalakításának támogatásával, illetve a „szén-dioxid-határ kiigazításából”, valamint nemzeti és regionális támogatásokból származó bevételekkel.

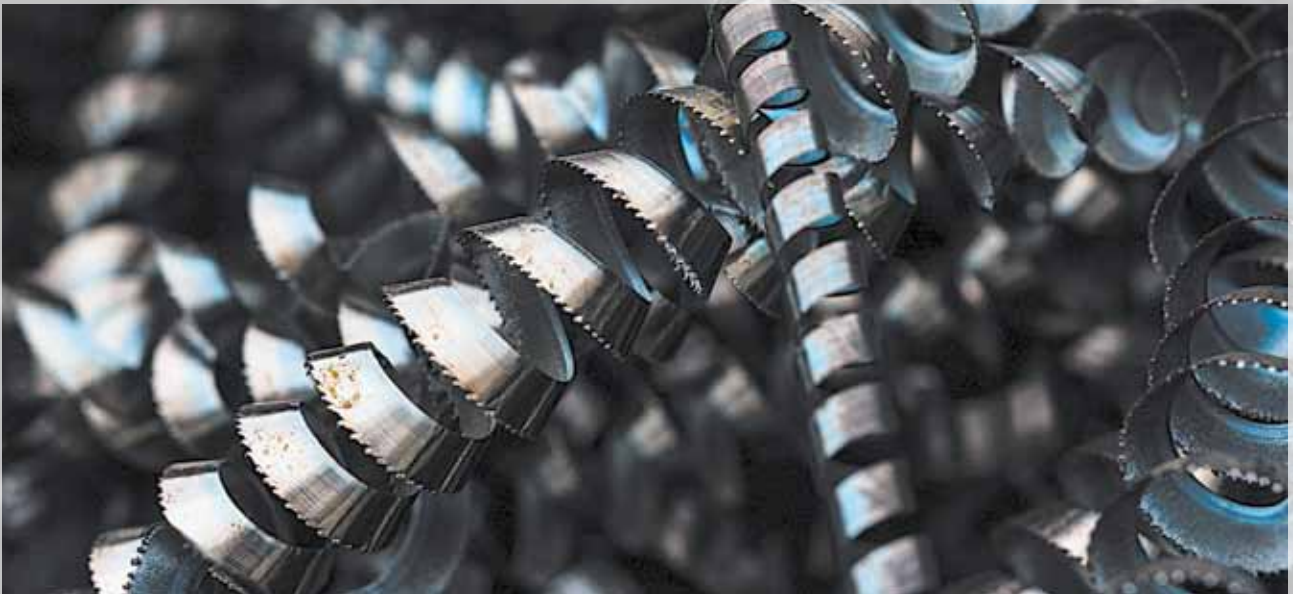
Az európai acélipar klímasegélyes gazdaságra való áttérésének első szakaszában egy olyan támogató keretszabályozásra van szükség, ami egyenlő feltételeket biztosít a harmadik országbeli versenytársakkal. A szektor sikeres átalakítása előfeltétele annak, hogy az Európai Unió klímapolitikája, illetve az ipari versenyképesség megőrizze környezeti integritását, hiszen globális szinten járul hozzá a károsanyag-kibocsátás csökkentéséhez, valamint a kibocsátás- és beruházásáthelyezés elkerüléséhez. Ebből kifolyólag az európai piacon értékesített acéltermékeknek – függetlenül attól, hogy az Unióban gyártották vagy harmadik országból kerül behozatalra – ugyanazoknak a CO₂-korlátozásoknak kell megfelelniük. Jelenleg az Európai Unió 30 millió tonna acélt importál, amelyek szén-dioxid-költségei nem összevethetők; valamint 20 millió tonna acélt exportál, ami az uniós szén-dioxid-költségek miatt hátránnyal indul a harmadik országok piacán. A Bizottság újonnan megválasztott elnökének, Ursula von der Leyennek a „szén-dioxid-határ kiigazítására” tett javaslata ezért egy pozitív lépésnek tekinthető a keretszabályozás fejlesztése és a szén-dioxid-mentesítésre törekvő iparágak támogatása terén.

A SZÉN-DIOXID-HATÁR KIIGAZÍTÁSA

- hozzájárul az egyenlő versenyfeltételekhez az uniós termékek és harmadik országbeli versenytársaik között;
- a politikai diplomácia hatékony eszköze az Európai Unióba exportáló harmadik országok klímátörvényeinek előmozdítása érdekében, hogy globális szinten nagyobb mértékben csökkenjen a károsanyag-kibocsátás;
- megkülönböztetésmentesen működhet, biztosítva ezzel a WTO-nak való megfelelést;
- további bevételeket generál az Unió számára, amelyeket teljes mértékben a klímavédelmi intézkedésekre kellene felhasználni. Például az EBB-nek az elnökösszony javaslatára „klímabankká” történő átalakítására, vagy – legalább egy bizonyos átmeneti időszakra és az EU állami támogatásokról szóló törvényével összhangban – a szén-dioxid-semleges energiaforrásokhoz, különösen a hidrogénhez való hozzáférés versenyképes feltételeinek támogatására;
- ki kell egészíteni a szabad allokációra és a közvetett költségek kompenzációjára vonatkozó jelenlegi kibocsátásáthelyezési rendelkezéseket. A jelenlegi kibocsátásáthelyezési rendelkezésekkel ötvözve a határkiigazítást észszerűen alacsony szinten tarthatná, ami a hozzájárul a kereskedelmi feszültségek elkerüléséhez.²
- az Unió legkevesebbé CO₂-hatékony termékeinek közvetlen és közvetett ETS-költségeihez kell igazítani a szintjét. A harmadik országbeli, egyenértékű monitoring és jelentéstételi rendszerrel rendelkező gyártók számára lehetőséget kell biztosítani arra, hogy a tényleges kibocsátásukon alapuló, vállalat-specifikus értékelésen vegyenek részt. A határon felmerülő klíma-hozzájárulásukat ennek megfelelően alakítanak. Az Unió elfogadhatja „egyenértékűségi megállapodásokat” az olyan harmadik országokkal, amelyek vagy csatlakoznak az EU/ETS rendszeréhez, vagy saját iparágukra vonatkozóan azonos CO₂-költségkorlátokkal rendelkeznek

Az európai acélipar klímasegélyes gazdaságra való áttérésének első szakaszában egy olyan támogató keretszabályozásra van szükség, ami egyenlő feltételeket biztosít a harmadik országbeli versenytársakkal.

² Még a jelenlegi kibocsátásáthelyezési intézkedések mellett is nagyon magas CO₂-költségeknek van kitéve egy átlagos gyártó az Unióban, különböző okokból: a referenciaértékektől való távolság, a referenciaértékek lineáris csökkentése, az ágazatközi korrekciós tényező alkalmazása miatt stb. Figyelembe véve a kibocsátásáthelyezési intézkedések depresszív jellegét, ezek a költségek elkerülhetetlenül növekedni fognak a jövőben. A határkiigazítás biztosítaná, hogy ezeket a költségeket a határokon is alkalmazzák, miközben azt is eredményezné, hogy ugyanarra a kibocsátásra vonatkozóan ne legyenek átfedések a meglévő kibocsátásáthelyezési intézkedésekkel.



- ebben az esetben nem lenne határkiigazítás az ilyen országokból származó termékek esetén.
- a Bizottság elnökének javaslata alapján kezdetben csak néhány ágazatra kellene alkalmazni a rendszert, további iparágak a későbbiek során fokozatosan csatlakozhatnak. Az acélipar kibocsátás-áthelyezésnek való rendkívül magas kitettségét figyelembe véve, az acél prioritást élvezne. Annak érdekében, hogy ne bonyolítsák túl a mechanizmust, eleinte csak az acélból készült félkész- és késztermékekre vonatkozna, mint például a tekercsek, bugák, lemezek, rudak, rúdbugák stb. A kiigazítás kiszámításához adatokra lenne szükség az uniós károsanyag-kibocsátásáról, a szabad allokációról, az acélgyártás volumenéről, valamint a hivatalos szén-dioxid-árakról.
- egy átmeneti időszakban kellene alkalmazni, amíg az áttörést jelentő technológiák megfelelő piaci részesedésre tesznek szert, illetve a CO₂-szegény termékek elérik a kritikus tömeget a piacon.

Noha az egyenértékű közvetett és közvetlen ETS-költségeken alapuló határkiigazítás hatékony intézkedés lehet a kezdeti átmeneti időszakban, hosszú távú keretszabályozásra van szükség a későbbi átmeneti fázisokban és azt követően, vagyis amikor az áttörést jelentő technológiák már megfelelő piaci részesedésre tesznek szert, illetve a CO₂-szegény acél eléri a kritikus mértéket a piacon, ugyanakkor a működési költségek továbbra is jelentősen magasabbak, mint a CO₂-intenzív termelést folytató versenytársak esetében. Ebben a szakaszban, ha az iparág szén-dioxid-mentesítése sikeresen megtörtént, akkor a szén-dioxid-költségeket már nem lehet referenciaként használni a határkiigazítás intézkedéseihez, mivel az nem fedi a szén-dioxid-mentesítés ösz-

szes költségét, mint például az új technológiákba irányuló tőkebefektetés, illetve a CO₂-szegény és CO₂-semleges energiahordozók költségét (például a hidrogénét és a koksztét). Ebből kifolyólag egy eltérő keretszabályozásra lesz szükség hosszú távon, például

- CO₂-adó (az áfához hasonlóan működő hozzáadott szén-dioxid-adó) és/vagy
- termékszabványok, amelyek nem teszik lehetővé a nagyobb beágyazott károsanyag-kibocsátású termékekhez való hozzáférést; ezeket a szabványokat szükség esetén már korábban is be lehet vezetni, amint a CO₂-szegény acél eléri a kritikus tömeget a piacon; és
- alacsony költségű szén-dioxid-mentes energiaellátás az acélgyártás értéklánca mentén.

Mind az adónak, mind pedig a szabványoknak a termékek jelenlegi CO₂-lábnyomán kell alapulniuk, ami egy megfelelő elszámolási rendszer kidolgozását teszi szükségessé az Unión belül és a határokon egyaránt. A „Termék Környezeti Lábnyom” megközelítés révén a Bizottság már dolgozik egy olyan módszertanon, ami alkalmas lehet a CO₂-lábnyom számítására. Fokozatosan be lehetne vezetni már az átmeneti szakaszban – párhuzamosan a szén-dioxid-határ kiigazításával és az EU/ETS-el –, a kiskereskedők számára előírt CO₂ információs jelentés formájában. A fogyasztók képesek lesznek megalapozott döntéseket hozni a CO₂-intenzív és CO₂-szegény termékek viszonylatában. Az elszámolásnak a teljes életcikluson és körköröségen kell alapulnia („bölcstől-bölcsoig”) annak érdekében, hogy garantálja a lehető legkisebb szén-dioxid-terhelést. Amint a CO₂-lábnyom megfelelően működik az értéklánca mentén, egészen a kiskereskedőig, be lehet vezetni a CO₂-adót, vagy a termékszabványokat a rendszerbe.

Nézzünk a konnektor mögé!

Mindennapi áramunk titokzatos útja

A Magyar Acél fenntarthatósággal foglalkozó rovatának utóbbi két számában a klímaváltozással foglalkoztam. Boncolgattam a hatásait, valamint visszatekintettünk a politikai döntésekre, egyezményekre. A mostani cikkben evezünk kicsit más vizekre, és vizsgáljuk meg az okozókat, azok közül is a legnagyobb ellenségnek kikiáltott energiaszektor.

Amikor hazaérünk, felkapcsoljuk a lámpát az előszobában, majd ahogyan haladunk a lakás belseje felé további lámpákat kapcsolunk fel. Halljuk, hogy bűg a hűtő, látjuk, hogy világít az óra a falon. Gondolhatnánk ez így van rendszerben. De mi történik akkor, ha nincs áram?

Nézzük végig ugyanezt a verziót ebből a szempontból is! Amikor hazaérünk, felkapcsoljuk a lámpát az előszobában és legnagyobb meglepetésünkre nem világít. Biztosan kiégett az izzó, gondolhatnánk. Majd ahogyan haladunk a lakás belseje felé, a további lámpák sem működnek. Rövid idő után vesszük észre, hogy a konyha közepén vízben tocsogunk, ami valószínűleg a hűtőből folyt ki, és a falióra sem világít. Döbbenet vesszük tudomásul, hogy **NINCS ÁRAM!** Manapság ritkán él meg ilyen szituációt az ember, holott, ha kicsit gyenge a wifi-jel, vagy hovatovább szünetel az internetszolgáltatás, azt kis mérgelődéssel ugyan, de tudomásul vesszük. Na de hogy ne legyen áram 2019-

ben, ki hallott már ilyet? Nézzünk egy kicsit a konnektor mögé, minek és kiknek köszönhetjük az áramot valójában.

Az energiaellátás mögött az egész Európát behálózó villamosenergia-rendszer áll, és a drótok végén az erőművek vannak. Ezek az erőművek termelik az áramot, Magyarországon a MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR) által meghatározott szerkezetben. Ez nagyon leegyszerűsítve annyit jelent, hogy ők biztosítják az átviteli hálózat gazdaságos és hatékony üzemeltetését a fogyasztók és a termelők között. Villamosenergia-termelésről az 1800-as évek végétől beszélhetünk, ami az adott ország környezeti és gazdasági lehetőségeitől, adottságaitól függ. Vannak országok, ahol a villamosenergia-termelést elsősorban megújuló energiaforrásra alapozták, mint például a skandináv országok. Van, ahol a nukleáris energiatermelés a meghatározó, mint például Franciaországban, és van, ahol a fosszilis üzemanyagok, mint például Közép-Európában és így hazánkban is. Az energiatermelés forrása nagymértékben meghatározza az üvegházhatású gáz kibocsátást. Természetesen minél nagyobb részarány származik fosszilis üzemű erőművekből, annál nagyobb az adott ország üvegházhatású gáz kibocsátáshoz való hozzájárulása.



Ahogy az egész világ, úgy hazánk teljes villamosenergia-fogyasztása is növekedett ez elmúlt években, ezzel szemben a hazai áramtermelés szintje 22%-kal csökkent az elmúlt tíz évben. Mindez természetesen azt jelenti, hogy Magyarország fogyasztásának egyre nagyobb részét a környező országokból behozott villamos energiával fedezik. Tavaly már a hazánkban felhasznált áram közel harmada importból származott. Ez a mérték különösen a tíz évvel korábbi, 8 százalékos import részarányhoz képest tűnik nagyon soknak. Magyarország villamosenergia-termelésének összetételét az alábbi ököszámokkal jellemezhetjük:

- Nukleáris: 52%
- Földgáz: 19%
- Szén 15%
- Megújuló (biomassza, víz-, szél-, napenergia): 11%
- Egyéb (geotermikus, kohógáz, kamragáz, stb.): 3%

Az import áram többélű dolog. Egyrészt segíti az ország klímacéljainak elérését, hiszen nem az ország határain belül bocsátják ki a vele járó légszennyező anyagokat. Bizonyos esetekben természetesen megújuló energiaforrásokból származik, de azért lássuk be, hogy Európában még mindig nagyon sok fosszilis energiaforráson alapuló áramtermelő van, ezek sok esetben jelentős károsanyag-kibocsátást produkáló széntüzelésű erőművek. Azokról a termelőkről nem is beszélve, akik az áramot az Európai Unió határain kívül állítják elő, kevésbé szabályozott, sokkal „engedékenyebb” környezetvédelmi normák között. S miután az üvegházhatású gázok globálisan fejtik ki hatásukat, ilyen szempontból ez öngól a klímavédelem számláján.

Másrészt nem segíti a hazai erőműfejlesztéseket, hiszen az olcsó külföldi árammal sok esetben nem tudnak versenyezni a hazai áramtermelők. A korábban említett hazai termelés-visszaesés jelentős részben a hazai erőmű-kapacitás csökkenésének tudható be, ami 2012-től látványos mértéket öltött. Mindezt a kapacitások előrege-

dése és az új beruházások hiánya okozza, mivel a szektor vonzereje befektetői szempontból alaposan megcsappant a hatósági árszabályozás, az ágazati elvonások és a szabályozási környezet kiszámíthatatlansága miatt. Az utóbbi években enyhe javulás látszik, ami nagyrészt a naperőművek telepítésének köszönhető.

Az EU klímátörekvéseinek első számú célja a zéró karbonkibocsátás elérése 2050-re, ami egyelőre nagyon nehezen képzelhető el a legtöbb iparágban, így az energiaszektor esetében is. Ha a villamosenergia-rendszer biztonságát tekintjük egyik fő szempontnak, akkor bizony az emberiség képzeletbeli villamosenergia-asztalánál mindegyik technológiának megvan a maga szerepe! Hiszen fontosak az alaperőművek, de az olyanok is, amelyek az esetleges hiányok, vagy csúcsigények esetén be tudnak segíteni az ellátásba. Mindez azt jelenti, hogy nagyon ritka az olyan szerencsés régió, vagy ország, amelyik megteheti, hogy egy energiaforrásra alapozva építse fel a teljes villamosenergia-rendszerét. Sokkal inkább az a jellemző, hogy szükség van egy palettára, amelyből az igényeknek megfelelően válogatni lehet. Függhőn ez akár piaci ártól, fogyasztástól vagy környezeti normáktól.

Azonban a villamos energiának van egy nagyon fontos tulajdonsága: nem, vagy csak kis mértékben lehet tárolni! Tehát az áramot nem termelik raktárakba, nem termelik palletokba, pont annyit termelnek, amennyire éppen szükség van egy adott régióban, beleértve az ipari fogyasztókat és a lakosságot is. Ez annyit tesz, hogy ha egy picit „megkarpargatjuk” a felszínt, akkor bizony vastagon megjelenik a személyes felelősség! Hiszen minden egyes feleslegesen felkapcsolt áramfogyasztó berendezés, vagy minden egyes feleslegesen legyártott termék valahol elég nagy valószínűséggel üvegházhatású gázkibocsátást okoz! Tehát lehet mutogatni az erőművek felé, hogy micsoda szennyezőanyag-kibocsátók, de tudomásul kell venni, hogy mindezt szerződések és pillanatnyi igények alapján teszik.



MULTIDISZCIPLINÁRIS ANYAGTUDOMÁNY

A XII. OATK ARANY FOKOZATÚ TÁMOGATÓJA VOLT AZ MVAE



Az idei évben már tizenkettedik alkalommal került megrendezésre az Országos Anyagtudományi Konferencia. A rendezvénynek ezúttal a balatonkenesei Telekom Hotel adott otthont 2019. október 13-15. között. A konferencia arany fokozatú támogatója a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés volt.

A kezdetekben a konferenciasorozat első állomása – a kohászati anyagvizsgáló napok hagyományaira építve – 1997. október 29-én Dunaújvárosban volt *dr. Verő Balázs* és *dr. Zsámbók Dénes* kezdeményezése nyomán. Az Országos Anyagtudományi Konferencia-sorozat legfőbb célja az anyagtudomány elméleti és gyakorlati eredményeinek együttes bemutatása, legyen szó a mérnöki szerkezeti anyagok közül akár fémekről, kerámiákról, polimerekről vagy kompozitokról. Az idei rendezvény a „multidiszciplináris anyagtudomány” mottó jegyében zajlott, témakörei között a legnagyobb hangsúlyt a speciális anyagok és gyártástechnológiájuk, a korszerű anyagvizsgáló, valamint fizikai és matematikai szimulációs módszerek kapták.

Az előadók és a résztvevők között üdvözölhettük a hazai műszaki anyagtudomány felsőoktatási és kutató műhelyeinek meghatározó szereplői mellett többek között a legjelentősebb hazai acél- és alumíniumipari vállalatok szakembereit is. Az MVAE tagvállalatai közül az ISD DUNAFERR Zrt. kiváló fiatal szakemberei egy poszter- és egy szekcióelőadással is hozzájárultak a rendezvény sokszínűségéhez. Az érdeklődők *Wizner Krisztián*, a technológiai



A 2009-ben alapított MAE-díj emléklakettje

osztály főmunkatársa „*Metallurgiai eredetű hibák reklamációkivizsgálását támogató szakértői rendszer kialakítása az ISD DUNAFERR Zrt. technológiájában*” című poszterét tekinthették meg, valamint *dr. Mucsi András*, a K+F osztály szakértőjének „*Törésvonalak képződésének végeselemes modellezése*” című előadását hallgathatták meg. Utóbbi előadás során megbizonyosodhattunk arról, hogy a modern szimulációs eszközök milyen hatékonyan képesek támogatni az ipari gyakorlatban felmerülő gyártástechnológiai problémák megoldását.

A fentiekén kívül további „acélos” előadások bizonyították, hogy a nemzetközileg is elismert magyar, anyagtudománnyal foglalkozó műhelyek közül jó néhány a fejlett nagy szilárdságú acélok (UHSS/AHSS) fémtani folyamatainak, gyártási, vizsgálati és továbbfeldolgozási technológiájának kutatására és fejlesztésére összpontosít, hozzájárulva ezzel a hazai acélpár, és olyan továbbfeldolgozó ágazatok versenyképességéhez is, mint például a gépjárműipar vagy az építőipar.

A Magyar Anyagtudományi Egyesület (MAE) 2009-ben alapított MAE-díját idén két kategóriában ítélte oda az elnökség, a díjátadó a konferencia gálavacsoráján került sor. A díjakat *prof. Kaptay György*, a MAE elnöke és *dr. Balázs Katalin*, az egyesület titkára adta át. MAE-díjban részesült *prof. Roósz András* Széchenyi-díjas kohómérnök, egyetemi tanár, a magyar űranyag tudományi program irányítója, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, az anyagtudomány hazai népszerűsítéséért és színvonalas műveléséért. MAE Junior díjban részesült *dr. Jenei Péter*, az ELTE Anyagfizikai Tanszékének munkatársa, az anyagtudomány területén fiatal kutatóként elért eredményeiért.

A díjátadó előtt *dr. Fehér András*, nyugalmazott dunaferres kollégánk „A Szent Korona mérnöki szemmel” című, rendkívül érdekes előadását hallgathattuk meg.



Dr. Balázs Katalin, prof. Roósz András és prof. Kaptay György

Az idei konferencia kerekasztal-beszélgetése „*Ipar 4.0 az anyagtudományban – Kihívás vagy lehetőség?*” címmel került megrendezésre *dr. Szalay Tibor* (BME gyártástudomány és technológia tanszék) és a Continental Automotive Kft. munkatársának moderálásával. A vitaindító előadások után a résztvevők aktívan keresték a választ a címben feltett kérdésre.

A konferencia újfent kiváló alkalmat biztosított egyebek mellett a hazai acélpár és az anyagtudománnyal foglalkozó felsőoktatási intézmények, valamint kutatóintézetek jövőbeli K+F együttműködési elképzeléseinek megvitatására is.



ÉRDEKESSEGEK A „VASTELEPEK” VILÁGÁBÓL

Nem is gondolnánk, hogy a fémhulladék, mint az acéltermelés egyik fontos alapanyaga mennyire bonyolult és összetett dolog. És most elsősorban nem a kémiai összetételére gondolok, hanem arra, mi minden kell ahhoz, hogy a fémhulladék eljuthasson a feldolgozó acélművekbe. Indul a sorozatunk első részében Pláner Lajossal, az Inter-Metal Kft. vas üzletágvezetőjével beszélgettem a fémhulladékok származási helyéhez kapcsolódó érdekességekről.



– Mielőtt rátérnénk a fémhulladékok piaci gazdasági mechanizmusaira, vagy egyéb mély bugyrokot járnánk be, először azt szeretném megtudni, milyen forrásokból kerülhetnek be fémhulladékok egy átvevőhöz?

– Többéves tapasztalat, hogy időről időre megkeresnek minket sokféle területről különböző bontási, selejtezési igényekkel. Fontos hangsúlyozni, hogy ezek nem épületbontások, hanem kizárólag úgynevezett technológiai bontások. A megkeresések a gazdaság és a mindennapi élet szinte minden spektrumában jelenlévő cégektől, szervezetektől és intézményektől érkeznek, mint például az Országház, a MÁV, de említhetném az Operaházat, az FKF Zrt.-t, az RTL Klub televíziót, kórházakat, vagy hazánk egyik legnagyobb cégét, a MOL-t is.

– A MÁV vagy a MOL részéről még könnyen el tudom képzelni a megkeresést, de hogy jön a képbe az Országház vagy épp az Operaház?

– A laikus természetesen nem is gondolná, hogy a fentiekben felsorolt intézmények, cégek hogyan kapcsolódnak a hulladékgazdálkodáshoz, a fémhulladékokhoz. Amikor technológiai felújításra kerül sor, például a fűtés, vagy az

elektromos hálózat korszerűsítésére, vagy régi gépek, berendezések cseréjére, akkor a régi, kiszertelt, kibontott eszközöket (innentől: hulladékokat) megfelelő kezelés mellett egy fémkereskedelmi engedéllyel rendelkező cég vásárolja meg. A megvásárolt fém és/vagy fémtartalmú hulladék adott technológiai előkezelés mellett (vágás, darabolás, bálázás, aprítás) különböző minőségek szerint osztályzásra kerül. Ezt követően a tőzsdei és egyéb árindexek együtthatóinak aktuális havi bázisa szerint cégünk eladásra kínálja az anyagokat.

– Tőzsde, árindex? Csak nem azt akarod mondani, hogy ezen a piacon is verseny van?

– Mint mindenben, ebben is kiélezett és erős a piaci verseny. A cégeknek egy közös és fontos szempontjuk van: betartva a környezetvédelmi és egyéb hatályos jogszabályokat, árrést képezni az elszállított hulladékon. Az elmúlt 6-7 hónapban a vashulladékok árának folyamatos csökkenése miatt ez nehezen kiszámítható, ami óvatossá teszi a piacot. Ez pedig azt eredményezte, hogy az őszi időszakban csak azok a bontások valósulnak meg, ahol határidőre egyéb fej-

lesztést kell kivitelezni. Minden más esetben halasztódnak a projektek.

– *A hulladékgazdálkodásról, a fémhulladékokkal foglalkozó cégekről néhány esetben még mindig pejoratív vélekedésekkel lehet találkozni...*

– *Pedig az a világ már elmúlt! A mai kor cégei tevékenységüket szervezett körülmények között, számos hatósági engedéllyel*



a tarsolyukban végzik. Kiváltképp azok a társaságok, amelyek ilyen helyszínekről tudnak anyagot vásárolni, szolgáltatást végezni, sem struktúrában, sem szakmai hozzáértésben nem maradnak el a hasonló tevékenységet végző európai cégektől.

– *Visszatérve a forrásokra, tudnál említeni pár érdekesebb példát a bontásokra?*

– *Először álljon itt egy jó példa arra, hogy egy-egy kiemelt partnernél, vagy projektnél milyen szigorú átvilágításon esik át az átvevőcég. A Magyar Nemzeti Bank 2008-ban kivonta a forgalomból az 1 és 2 forintos érméket. Ez megközelítőleg 1 500 tonna pénzermét jelentett, melyek forgalmi értéke 650 millió forint volt. Az érméket öntödébe szállítottuk, ahol beolvasztására kerültek. Érdekesség, hogy az öntödétől kapott információk szerint az 1 forintos érmékből egy dél-koreai hajózási cégnek készültek hajócsavarok. A tendert egy holland partnerünkkel közösen nyertük meg, és szigorú feltételek mellett végeztük a szolgáltatást. A másik ilyen „érdekes” üzletünk, amely jelenleg is folyamatos, a Pénzjegynyomda Zrt.-től beszállításra kerülő különböző nyomdai klisék, amelyek értékpapírok, részvények előállítására szol-*

gáltak. Ezeket szigorú biztonsági intézkedések mellett semmisítjük meg. Ez esetben a megsemmisítés azt jelenti, hogy funkciójában alakaltalanítjuk, majd anyagában értékesítjük.

Több esetben, amikor a felkínált anyagokat tekintjük meg, érdekes helyszínekre is belép az ember. Így például Pusztavacscon a honvédség veszélyes anyagokat megsemmisítő bázisán több tonna lőszert, lőszerhüvelyt, éles és szétszerelt taposóaknákat néztünk meg. Ugyanígy érdekes és izgalmas hely volt számomra a Parlament épülete, ahonnan polcrendszereket bontottunk ki és szállítottunk el. A hétköznapi látogatók előtt rejtve maradnak ezek a helyiségek, pincerészek, kis keresztmetszetű, szűk folyosók.

Azonban az egyik legérdekesebb és egyben legszomorúbb ilyen bejárásom a Soroksári út egyik épületének boltíves téglapincéjében történt, ahol leselejtezett radiátorokat, csöveket tároltak, és ahol azt láttam, hogy a pince falában több helyen hiányzott a téglák. Ezeknek a lyukaknak a története, hogy a nyilas uralom idején itt zsidó embereket bújtattak, és ők az értéktárgyaikat a téglákat megbontva oda rejtették el. A lezármazottaknak az épület tulajdonosa megengedte, hogy kutatásokat végezzenek a pincében, én ezt láttam éppen, de addig még nem volt eredmény.

Számomra érdekes projekt volt az is, amikor az Unix Kft. megvásárolta a volt FÉG (Fegyver és Gépgyár Rt.) Soroksári úti telephelyét, melyen a századelőn épített irodák, gyárcsarnokok voltak. Az épületeket a cég elbontatta, majd az ezekből kikerülő fémhulladékot szállítottuk el és hasznosítottuk.

– *Mi volt ebben az érdekes? Elképzelésem szerint mindenhol így történik a munkafolyamat.*

– *Igazad van, alapvetően semmi különös nem lett volna a történetben, hacsak nem az, hogy ezen a területen volt a FÉG egykori óvodája, ahová én jártam, mivel a szüleim ennél a cégnél dolgoztak. Még a bontás megkezdése előtt körbejártam az egykori óvodámban, s ha sok mindenre nem is, egy-egy részletre emlékeztem. Furcsa érzés volt az óvoda tartógerendáit megvásárolni... De a fémek sorsa már csak ilyen, örök körforgás!*

Időközben elfogyott a kávénk, beszélgetőpartnerem és én is indultunk a tennivalóink után. Következő lapszámunkban ismét beszélgetünk erről az érdekes témáról!



HOGYAN SEGÍT AZ ACÉL ENERGIÁVAL ELLÁTNI A JÖVŐ JÁRMŰVEIT?

Napjainkban egyre több elektromos jármű szeli az utakat, és ahogyan a számuk egyre csak növekszik, az acél központi szerepet tölt be ebben a fejlődésben, hiszen nem csak a járművek fontos alkatrészei, mint például az alváz, vagy a motor fontos elemei készülnek belőle, de a töltőállomások megépítéséhez is szükség van az acélra.

A világ éppen a járműipar evolúciójának következő lépcsőfoka felé halad, hiszen az elektromos autók jelenleg szebbek, erősebbek és hatékonyabbak, mint valaha. Ezenkívül a szabályozásoknak, valamint a zöldebb személyszállítást szorgalmazó gondolkodásmódnak köszönhetően a következő öt évben az elektromos járművek száma várhatóan ugrásszerűen növekedni fog. 2018-ban Európában már több mint egymillió elektromos autót helyeztek forgalomba, ám bár a listát jelenleg még Kína vezeti.

Az elektromos autók gyártásához elengedhetetlen az acél, hiszen többek között a járművek elektromos motorjában található különböző alkatrészek alapjaként szolgál.

Az utóbbi években a gyártók az acélt kezdték el előnyben részesíteni az alumíniummal szemben. Ez két tényezőre vezethető vissza: az acél olcsóbb, viszont bizonyos ötvözetek sokkal ellenállóbbak az alumíniumnál. Az acél segít abban is, hogy a gyártók az utasok biztonságának veszélyeztetése nélkül tudják a járművek súlyát csökkenteni.

Az olyan hatalmas autógyártók, mint például a Tesla, acélt kezdtek el használni alumínium helyett. A Tesla első, tömeggyártott elektromos autójához, a Model 3-hoz is már acélt használtak. De acélt használ a Nissan a világ piacvezető, tisztán elektromos autója, a Leaf gyártásához is, vagy a Volkswagen az e-Golfhoz.

MÁGNESES TULAJDONSÁG

Az elektromos autók motorjaihoz nagy szükség van az acél egyedi tulajdonságaira. A villanymotorok építéséhez használt acélt ugyanis olyan mágneses tulajdonságokkal ruházzák fel, melyek aztán kulcsfontosságúak a transzformátorok és rotorok előállításánál. Ezeket az ötvözeteket használják az autók villanymotorjaiban található alkatrészek és rotorok építéséhez is. Itt az acél elengedhetetlen a motor hatékonyságát tekintve, ugyanis minimalizálja az energiaveszteséget, növelve ezáltal a járművek hatótávolságát.

A napjainkban használt, fosszilis üzemanyaggal hajtott robbanómotorok optimálisan körülbelül 5-8 000-es fordulatszámon üzemelnek, míg a modern villanymotorok akár ennek a négyszeresére is képesek. Ez a mozgás hatalmas hőleadással jár, ami növelheti az energiaveszteséget, negatívan befolyásolva a motorok teljesítményét. Ilyen magas fordulatszámon a villanymotorokban található alkatrészek hatalmas mechanikai igénybevételnek vannak kitéve, de itt jön a képbe az a speciális acélötvözet, amely még ilyen

Az elektromos autók gyártásához elengedhetetlen az acél, hiszen többek között a járművek elektromos motorjában található különböző alkatrészek alapjaként szolgál.

extrém körülmények között is megbízhatóan teljesít, tartósságának köszönhetően.

2015-ben a Thyssenkrupp acélgyártó vállalat találta fel azt a villanymotorokban használható acélötvözetet, amely később lehetővé tette az elektromos járművek elterjedését. Ennek az acélötvözetnek köszönhetően, ha összehasonlítjuk az addig használt hagyományos acélötvözetekkel, a villanymotorok energia-vesztése 30 százalékkal csökkent. Extrém terheltségének köszönhetően pedig elkezdődhetett az olyan kompakt villanymotorok gyártása, melyeknek a súlya, és ez által a motortérben elfoglalt helye is csökkent.

SEGÍTSÉG A TÖLTÉSBEN

Amíg a villanyautók hatékonysága és népszerűsége egyre növekszik, s emellett mindenki számára egyre megfizethetőbbé válnak, van egy kulcsfontosságú akadály, amely gátat szabhat ennek a dinamikus növekedésnek. Egy megbízható, mindent behálózó töltőállomás-rendszer kiépítése. Jelen pillanatban azonban ez az infrastruktúra még nem áll rendelkezésre. Pontosabban, ha a londoni törzshelyű Emu Analytics friss számításait vesszük alapul, Európában a töltőállomások száma éppenséggel 83%-kal marad el az ideálistól, ha az elektromos autók száma eléri a 2020-as előrejelzésekben foglaltakat. Ez a meglévő töltőállomások hatalmas mértékű túlterheltségét jelentené.

Annak érdekében, hogy ezen az értéken javítani lehessen, több lehetséges alternatíva kifejlesztésén is dolgoznak a gyártók, és a legtöbb esetben az acél is fontos szerepet játszik

ezekben a folyamatokban. Az egyik legesélyesebb alternatíva az úgynevezett CHAdeMO-töltőrendszer, melynek fejlesztésén olyan nagy autógyártók is dolgoznak, mint a Tesla, a Nissan vagy a Mitsubishi.

A CHAdeMO-rendszer gyártója acélt használ a töltőállomások burkolásához, hiszen az acél tulajdonságainak köszönhetően strapabíró, mindemellett kiválóan ellenáll a különböző szélsőséges időjárási viszonyoknak is, akár a tengerparti települések sós levegőjének is. Ahogyan világszerte nő a töltőállomások száma, a vidéki, vagy nehezen megközelíthető városokban és településeken kulcsfontosságú szerepet játszik egy olyan ellenálló burkolat kialakítása, amely csak minimális vagy akár semmilyen karbantartást nem igényel.

A jövő még sosem volt zöldebb a villanyautók számára, viszont a megfelelő töltőállomás-infrastruktúra nélkül a gyártók csak stagnáló eladásokra számíthatnak. Az Emu Analytics vezérigazgatója, *Richard Vilton* szerint a megoldás abban rejlik, hogy a töltőállomás-rendszer létrehozására is el kell kezdeni energiát és pénzt fordítani.

Azok a gyártók, akik ezekre a fejlesztésekre is áldoznak, nemcsak az eladásaik számát növelik, de jelentős szerepet töltenek be egy fenntartható jövő kialakításában is – fogalmazott.

Legyen szó a hatékonyság növeléséről, súlycsökkentésről anélkül, hogy veszélyeztetnénk az utasok biztonságát, vagy egy mindent behálózó töltőrendszer kiépítéséről, az acél kulcsfontosságú szerepet játszik az elektromos járműipar jövőjében.

Mesterséges intelligenciával a versenyképes acéltermékekért

A rendezvénynek helyszínt biztosító, 2014-ben átadott Groupama Aréna építéséhez 3000 tonna acélt használtak fel

November 12-én rendezték meg Budapesten, a Groupama Aréna exkluzív konferenciacsarnokában a Microsoft Envision Forumot. A rendezvény résztvevői megismerhették a mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazását és az üzleti eredményekre gyakorolt hatását számos konkrét példán át a különféle iparágakban, üzleti területeken. Iparági szakértőktől és más vállalati vezetőktől hallhattak arról, hogyan alakíthatja át a jövőt a digitális transzformáció.

Együtt a jövőbe! Mesterséges Intelligencia alkalmazása a versenyképes acéltermékek gyártásában – a fenti címmel tartott közös előadást a szakmai fórumon *Portász Attila*, az ISD DUNAFERR Zrt. K+F osztályvezetője, valamint *Nagy-Rác István*, a DmLab Kft. társalapítója. Portász Attila előadásában sorra vette azokat a fontosabb állomásokat, amelyek mentén a vállalat ma még kisebb, de kitarító lépésekkel halad a digitális technológiák alkalmazása felé. Visszatekintve erre a folyamatra, a legelső állomástalán az jelentette, amikor bevezet-

ték a gyárban a számítógépes mérésadatgyűjtő rendszert. Újabb jelentős lépés volt az SAP vállalatirányítási rendszer bevezetése, majd a Machine Learning, azaz a gépi tanulás képességével rendelkező eszközök használata egyes termelőberendezéseken. Pár éve „okos” felületellenőrző rendszerek működnek több területen is, a tavalyi évben pedig lezajlott a vállalatnál a digitális érettség felmérése is. Az átfogó Ipar4.0 stratégia megalkotását is tervezi a közeljövőben az ISD DUNAFERR.

Az előadó említést tett arról a jelenleg zajló mintaprojektről is, amelynek keretében a Microsofttal együttműködve, a rendelkezésre álló adatvagon és a Mesterséges Intelligencia segítségével a Meleghengermű termékeinek minőségjavítási lehetőségeit vizsgálják. A projekt lényege, hogy szenzoradatokat juttatnak el egy felhőalapú virtuális tárhelyre, ahol az adatanalízist követően az adott termék tekintetében a mechanikai anyagjellemzők folyamatképességének javítása válik lehetővé. A szakember hangsúlyozta: a folyamatos szemléletformálás és kompetenciafejlesztés mellett nagyon fontos, hogy a megszerzett tudás a gyártási folyamatokba integrálható legyen és a vállalat versenyképességének növelését szolgálja.



Portász Attila

OKOSGYÁR ÉS KOOPERATÍV ROBOTOK: A KÜSZÖBÖN ÁLLÓ JÖVŐNK

A negyedik ipari forradalom az információtechnológia és az automatizálás egyre szorosabb összefonódása által a gyártási módszerek alapvető megváltozását hozhatja el a közeljövőben az acélipar számára is. E gondolatok jegyében, az Ipar 4.0 témakörében szervezte meg idei utolsó szakmai szimpóziumát október 9-én a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés.



Az MVAE budapesti székházában megrendezett találkozónak a célja az volt, hogy a résztvevő szakemberek tájékozódjanak a legfrissebb információkról a mindent átható technológiai, társadalmi és gazdasági változás hatásainak tekintetében, illetve külföldi pilotmegoldásokkal és hazai iparági mintaprojektekkel is megismerkedhessenek. A megjelent vendégeket *dr. Móger Róbert*, az MVAE igazgatója köszöntötte, aki egyúttal rövid áttekintést is adott az acél jelentőségéről, az iparág kilátásairól, a főbb aktuális kutatási területekről, termékfejlesztési trendekről.

Dr. Nagy Ádám, az Innovációs és Technológiai Minisztérium iparági stratégiáért és szabályozásért felelős helyettes államtitkára felvázolta, hogy a hazai acélipar I4.0 törekvéseinek megvalósításához milyen hazai és európai uniós források állnak rendelkezésre. Ezt megelőzően a hazai iparfejlesztés főbb irányvonalairól, a magyar vállalkozások digitalizációs helyzetéről is szólt. Megjegyezte, hogy a globális értékláncok a 90-es években javarészt a kis hozzáadott értékű tevékenységeiket hozták Magyarországra,

miközben a cél természetesen a nagyobb hozzáadott értékű tevékenységek idehelyezése. A helyzet az utóbbi időszakban kedvező irányba változott: 2010 óta egyre több értéklánc telepíti hozzánk K+F tevékenységeinek egy részét is. Ami viszont jelentős probléma napjainkban a hatékony együttműködések útjában, az a magyar vállalatok jelenleg még igen alacsony digitalizáltsági szintje. Utalt arra is, hogy az ipar humán erőforrás-igénye jelentősen megváltozott: magasabb színvonalon kell megvalósítani, korszerű szakmai



tartalommal kell megtölteni a mérnök- és technikusképzést egyaránt, hiszen a technikai fejlődés követése miatt egyre magasabb szintű szaktudás szükséges, a szakképzésben pedig megjelennek a direkt vállalati szempontok. Az előadó beszélt arról is, hogy a közeljövőben átalakulnak a szakmák, együtt fogunk dolgozni a mesterséges intelligenciával, felértékelődik a kreativitás szerepe, kooperatív, kontrollált robotokkal való együttműködésben zajlik majd a termelési folyamatok egyre nagyobb része.

Szőke Gábor, a Bosch Rexroth Kft. kereskedelmi igazgatója számos érdekes példát hozott az I4.0 jegyében zajló technológiai fejlesztésekre, amelyek a hatékonyabb termelést és értékesítést szolgálják. Mint megjegyezte, világszerte 270 gyára van a cégcsoportnak, számos ügyfelük elégedett az általuk telepített, jövőbe mutató megoldásokkal. A nehéziparban megvalósított iparági példák jól megvilágították, hogy miként működhet adatalapon, okosmegoldásokkal teljesen automatizáltan számos berendezés. Például érzékelő szenzorok beépítésével, az általuk összegyűjtött ada-



tok elemzésével és azokra a mesterséges intelligencia által javasolt megoldások alkalmazásával a gyártóberendezések meghibásodásának előrejelzése, a karbantartás ütemezése, az energiahatékonyság növelése, vagy éppen az LCC (life cycle costs – életciklus költségelemzés).



Érdekes tapasztalatokat osztott meg a hallgatósággal Szabó Gábor, a Microsoft szakembere is, aki ismert külföldi acélgyártók, például a Metinvest, a Severstal, vagy a Magnitogorsk Steel gyáraiban alkalmazott AI- (mesterséges intelligencia) megoldások előnyeit bemutatva vázolta fel, hogy a gyártási folyamatokat hogyan képes hatékonyabbá tenni a digitális visszacsatolás, a gépi látás vagy éppen a távoli elérés.



Végezetül Gáspár Csaba, a DMLab Kft. ügyvezetője, data scientist és Kuthi András, az S&T Kft. rendszerintegrátor szakembere az ISD DUNAFERR-nél zajló mintaprojektről számoltak be közös előadásukban. Ennek keretében a Microsofttal együttműködve egy megleghengerműi termék minőségjavításának lehetőségeit vizsgálják. A projekt lényege, hogy szenzoradatokat juttatnak el egy felhőalapú virtuális tárhelyre, ahol az adatanalízist követően az adott termék tekintetében a mechanikai anyagjellemzők folyamatképeségének javítása válik lehetővé.

(Ez utóbbi témához kapcsolódó írást olvashatnak lapunk 30. oldalán.)



MVAE IPAR 4.0 SZIMPÓZIUM – 2019. OKTÓBER 9.



GÁSPÁR CSABA data scientist, Dmlab Kft., PORTÁSZ ATTILA K+F osztályvezető, ISD DUNAFERR Zrt.

AMIKOR MI TANULUNK A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁTÓL

EGY ACÉLGYÁRTÁSI ESETTANULMÁNY „MADÁRTÁVLTATBÓL”

Ma már magától értetődőnek vesszük, hogy egyre több iparágat alakít át az adatokban rejlő lehetőségek kiaknázása. Évről évre változik, hogyan is hivatkozunk erre a jelenségre: korábban üzleti intelligenciának, adatbányászatnak hívtuk, az elmúlt években big data jelenséggé, mesterséges intelligenciaként hivatkozunk rá, miközben egyre több alkalmazási területet, módszert integrál magába ez a fogalom.

A villámgyors ütemű fejlődés ellenére az alkalmazások továbbra is három alapvető cél szolgálatában állnak, ez alól az adatok ipari környezetben való újszerű felhasználása sem kivétel. A klasszikus megközelítésben az adatokat azért gyűjtjük és elemezzük, hogy mindinkább ellenőrizni tudjuk azt a tevékenységet, amit megfigyelünk. Fontos számunkra, hogy kiszűrjük a hibákat, rátaláljunk az esetleges anomáliákra, hiányosságokra. A törekvések egy másik része arra koncentrál, hogy a folyamataink hatékonyabban működjenek. Ehhez gyakran gépi tanulási eljárásokat vetnek be, melyek segítségével lehetségessé válik egyes események előrejelzése – ennek legtipikusabb alkalmazási példái a prediktív karbantartás világában találjuk.

Mivel az ellenőrzés, a folyamatok feletti állandó kontroll fontossága kevésbé plasztikusan mutatható be, így a legtöbb híradást olyan projektekről olvashatjuk, amelyekben a hatékonyságnövelő megközelítés áll a középpontban. Kétségkívül, ez a hatás a legkeveset, de a legtöbbször ez igényli a legnagyobb beruházást és a meglévő folyamatok gyökeres átalakítását is, emiatt ezeket a legnehezebb már működő gyártási egységekbe integrálni.

Ezért is ajánlják gyakran az adatvezérelt gondolkodás irányába nyitó szervezetek számára elsőként a harmadik

elemzési ágat: azokat a deskriptív analitikai megoldásokat, amelyek a meglévő adatvagyonban keresnek olyan összefüggéseket, amivel már közvetlenül a szakértői szinten lehet segíteni a gyártás irányítását. A cikkünkben összefoglalt data science projektünk is ilyen irányú feladatokat volt hivatott megoldani a DUNAFERR Meleghengermű adatainak elemzése során. A projekt a Vasmű szakemberei, a Dmlab, az S&T és a Microsoft együttműködésében valósult meg.

A DUNAFERR Meleghengermű célja, hogy az ott készülő termékek mechanikai anyagvizsgálati eredményei kielégítsék a vonatkozó szabvány-, illetve vevői specifikáció követelményeket. Konkrétan a termékek szakítószilárdságát és folyáshatár-értékét befolyásoló tényezők feltárásával foglalkoztunk, olyan új technikai paraméter-előírások alkotásában segédkeztünk, amelyek mentén várhatóan ezen értékek szórása csökken.

Ehhez az Ipar 4.0 témájába vágó feladathoz az utóbbi évek legújabb mesterségesintelligencia-megoldásait alkalmaztuk. A *Gradient Boosting Machine* (GBM) néven ismert gépi tanulási technika napjaink egyik leghatékonyabb tanuló eljárása, ami mintaadatok alapján úgy képes az összefüggések felfedezésére, hogy az adatok tényleges jelentését nem ismeri. Ez is indokolta, hogy az adatelemzési szakterületre jellemző módon igen iteratívan kezdtünk hozzá a feladathoz: a kapott összefüggéseket, eredményeket folyamatosan bemutattuk a DUNAFERR acélipari szakemberei számára, hiszen az algoritmus nemcsak új összefüggéseket, hanem sokszor triviális szabályokat is megtanult. A szakértői visszajelzések birtokában a feladatot folyamatosan újra tudtuk fogalmazni a gépi tanulási eljárások számára, így egyre jobban felszínre került, hogy mely tényezők azok, amelyek a legjobban befolyásolják a mechanikai anyagvizsgálati eredményeket.

Munkánk során az adatelemzési projektek menedzselésére kidolgozott CRISP-DM metodikát (*Cross Industrial*



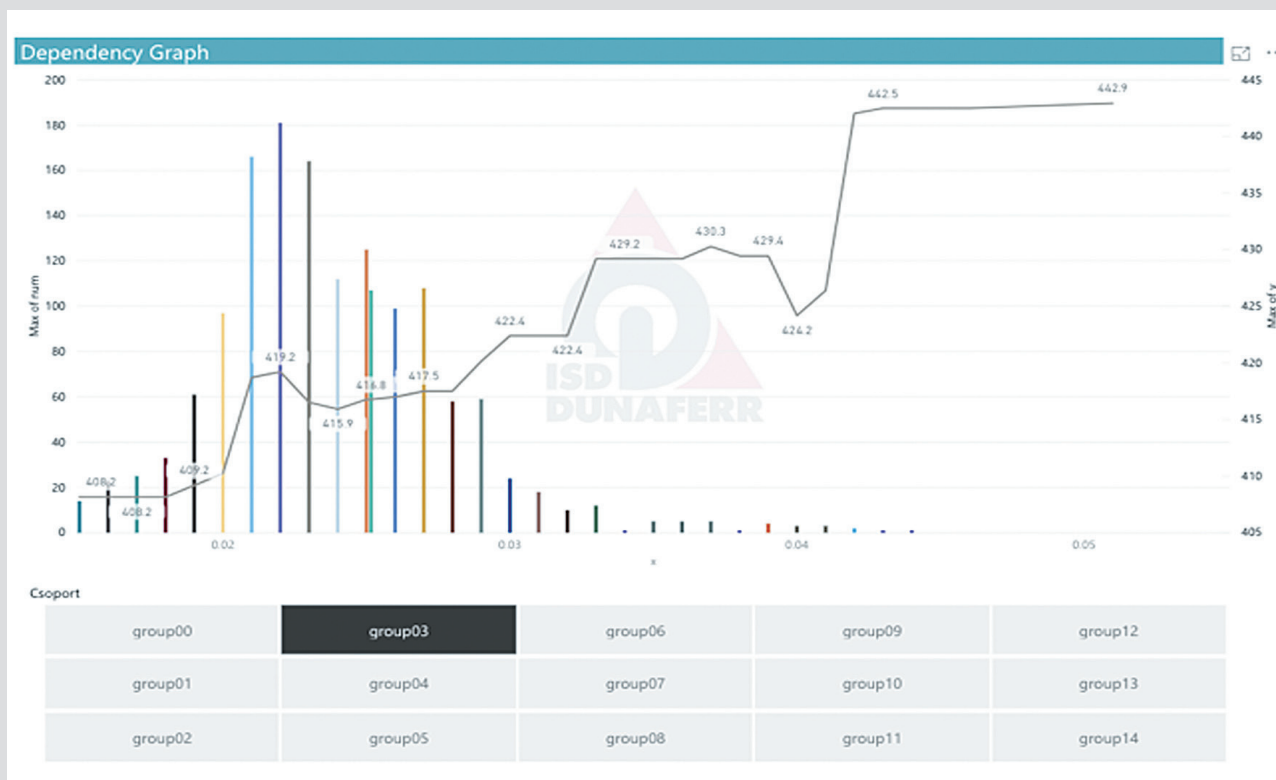
1. ábra: Az adatelemzési projektek menedzsmentjét támogató CRISP-DM metodika hat fázisa, melyek között iteratívan, sok visszalépés mentén is haladhatunk.

Standard Process for Data Mining) alkalmaztuk, melynek legfontosabb fázisait az 1. ábra szemlélteti.

Első lépésben mindig az üzleti célok meghatározása a feladat. Elsőre talán meglepő lehet, de ehhez a lépéshez többször is visszaléptünk a munkánk során: ahogy egyre konkrétabbak lettek az eredmények, úgy egyre jobban meg tudtuk mondani, hogy mely változóktól tegyük függővé az előrejelzésünket, melyek azok az értékek, amiket ténylegesen módosítani lehet majd a próbagyártások során.

Ezt követően az adatok megértése és előkészítése történt meg, mely lépéseket nagymértékben segítette, hogy a DUNAFERR a belső adatait elég jó minőségben és kellő gondossággal tárolja. A több évnnyi termelési adatból iteratívan választottuk ki azokat a termékcsoportokat, melyeket vizsgálni érdemes. Mivel a kezdetekben a bugák méretének változékonysága, a termékek vastagságának különbözőségei miatt nem lehetett pontosan tudni, hogy melyik termékcsoportnál tudunk majd sikereket elérni, az első megközelítésben 32 féle konfiguráció mentén dolgoztunk. Az ehhez szükséges számítási kapacitást a Microsoft Azure platformján biztosítottuk, hiszen néha extrém nagy számítási kapacításra, máskor viszont lényegében csak a megjelenítő megoldásra volt szükségünk.

Az üzleti kiértékelés fázisában a gépi tanulási algoritmusokból egy speciális módszerrel kimentettük a feltárt összefüggéseket. Ezek az algoritmusok úgynevezett fekete boxként működnek: ugyan a működésük módját megérthetjük, de a feltárt összefüggések sorozata egy ember által át nem látható, több tízezer ha-



2. ábra: Az x tengelyen az adott gyártási tényező értéke látható, míg a függőleges tengelyen a folyáshatár-értékre gyakorolt hatást (fekete vonal) láthatjuk. Ugyanitt látható, hogy a vizsgált csoportban az adott gyártási tényezővel hány termék született, ezzel a hisztogram jellegű eredménnyel azt tudjuk bemutatni, hogy melyik tartományban igazán érdekes az adott mutatószám. A sokfajta termékcsoporthoz és nagyszámú gyártási paraméterhez készült scoring diagram-sorozat áttekinthetőségét a PowerBI önkiszolgáló üzleti intelligencia megoldással készített vizualizációs felület tette lehetővé.

akkor szabályból álló struktúrában tárolódik. Ezért egy olyan módszert alkalmaztunk, mely képes ezeket az összefüggéseket olyan szinten vizualizálni, hogy azt egy iparági szakértő érdemben átlássa. Ehhez az egyes változókhoz úgynevezett scoring diagramokat készítettünk, ahol egy-egy mért paraméter hatását tudjuk megjeleníteni aszerint, hogy a gépi tanulási modell milyen módon változtatja ezen változó mentén a becsült mechanikai jellemzőt. Egy ilyen scoring diagram látható a **2. ábrán**.

Az üzleti kiértékelést követően tipikusan újabb iteráció következett, mikor a szakértői visszajelzések alapján a gépi tanulási algoritmusok számára újrafogalmaztuk a megoldandó feladatot. Ez a folyamat akkor zárult, amikor egy letisztult, már csak néhány kiemelten fontos változó segítségével tudtuk kifejezni, milyen változtatásokat javasolhatunk az adatokból levont következtetések alapján. A végső modellek egyértelműen azt mutatták, hogy a CE_{IIW} (karbonegyenérték) mellett a bugák nióbbium- és króm-tartalma a legerősebb befolyásoló változók. Ezek alapján azt a következtetést vontuk le, hogy várhatóan a készsori hengerlés hőmérsékleti tényezőinek finomhangolásával lehet a legjobb folyamatképeség-növekedést elérni.

A javulást valószínűsítő adatok nyilvánvalóan a múltból származnak, amikor a javasolt módosítások még nem voltak érvényben, így a módszer hatékonyságáról az első próbagyártásokat követően lehet csak tényleges ítéletet mondani. Ugyanakkor az is nyilvánvalóvá vált, hogy a rengeteg, egymással összefüggésben álló mért adat feldolgozása egyszerű statisztikai módszerekkel véges lehetőséget biztosít arra, hogy értelmezni lehessen a gyártási folyamat során megfigyelt mérési értékeket.

Az általunk használt gépi tanulási módszer átlátható, interpretálható, egyben azt is biztosítja, hogy ha odaadunk számára egy komplex működésű rendszerből származó adathalmazt, akkor az általa megtalált összefüggéseket a szakértők számára is értelmezhető módon tudjuk kiemelni a modell eredményeiből. Emiatt már-már az az utópisztikus helyzet áll elő, hogy a mesterséges intelligencia a felkínált adatokból, mi magunk pedig a mesterséges intelligenciától tanulunk – majd a megértett összefüggések után módosítjuk az adatokat, és a tanulási hurok újra indul. Ez a megközelítés különösen értékes minden olyan esetben, amikor a folyamat kritikus fontossága miatt még messze vagyunk attól, hogy a gyártást ne szakértők irányítsa és felügyelete mellett folytassuk.

AHOL MÚLT ÉS JÖVŐ TALÁLKOZIK

*Az ázsiai szigetország,
Japán sok utazó „bakancslistás”
célpontja. Bár nincs éppen közel,
a több mint kilencezer
kilométeres távolságot átszelő
repülőutat érdemes vállalni,
hiszen a Felkelő Nap Országja
rengeteg látnivalót
és élményt tartogat.*

Kép és szöveg: SZILÁGYI IRÉN



Takasaki városának kultikus látványossága a Dai-Kannon, a Kegyelem Istennőjének szobra. A 42 méter magas, 6000 tonnás betonszobrot acélszerkezet merevíti.



Mi minden készülhet acélból? A Nippon Steel japán acélipari óriás „tetris challenge” stílusú reklámpakátja



A tokiói városházán a fantasztikus kilátást nyújtó tetőterasz mellett a turisták másik kedvenc „fotózkodós” helye az olimpiai visszaszámláló sarok, amit mi sem hagytunk ki

Szerencsés vagyok, mert visszatérhettem ebbe a varázslatos országba, ahol szinte mindenhol párhuzamosan vannak jelen egymás mellett az ősi kultúra „lenyomatai” és a modern világ legfuturisztikusabb vívmányai. Miután a testvérem már tizenhárom éve a szigetországban él, kalauzolásával sokkal többet láthattunk meg a japán mindennapokból, mint a hétköznapi turisták. Japán sógornóm és barátságos, vendégsze-

rető családja pedig mindent elkövetett, hogy felejthetlenné tegyék számunkra az eltöltött napokat. Ők Takasakiban élnek, így ebben a városban töltöttük az időnk jelentős részét, de részben felfedeztük Tokiót, és a csodálatos szentélyvárost, Nikkot is. Kipróbáltuk a forróvizetes onsenfürdők gyógyító erejét, hegyet másztunk, barlangtúrát tettünk, s természetesen megkóstoltunk minden különlegességet, amivel csak megkínáltak minket vendéglátóink. Ámuldoztunk a másodpercpontossággal működő közlekedési rendszeren, a hipermodern infrastruktúrán, a ragyogóan tiszta és gondozott közterületeken. Megtapasztaltuk a japánok tiszteletteljes, segítőkész mentalitását és mindazt a kedvességet, ami irányunkba megnyilvánult. Jómagam persze igyekeztem nyitott szemmel járni abból a szempontból is, hogy az acél felhasználásának témakörében is tudjak néhány érdekességet mutatni a Magyar Acél olvasóinak. Bár afelől senkinek ne legyen kétsége, hogy rengeteg látnivaló maradt még a következő utazásra is...



Felhőkarcolók Tokió belvárosában



Tokió egyik legérdekesebb formájú épülete a 2008-ban átadott, 204 méter magas acélszerkezetű felhőkarcoló, a Mode Gakuen Cocoon Tower



Az 1800-as években épült, hagyományos fa pagoda a tokiói Shinjuku-parkban



Hagyományos esküvői viseletbe öltözött fiatal japán pár: néhány perccel a szertartásuk kezdete előtt, véletlenül találkoztunk a turistalátványosságnak sem utolsó nászújjal egy szentély közelében



A japán légitársaság, az ANA előszeretettel látja el speciális dizájnnal légitolltájának gépeit. A reptéri makett-kiállítás egyik legszebb darabja a Star Wars-széria dizájnjába öltöztetett Boeing 787-es



Üvegház acélszerkezete a Shinjuku-parkban



Légies textilként borul a Haneda reptér csarnokára a tető futurisztikus acélszerkezete



Tradicionális japán torii kapu, amely általában a sintoista szentélybe vezető utat jelöli, de egyéb szent helyeken is megtalálható. A torii szimbolikus határ az emberek hétköznapi világa és az istenek birodalma között. Építették kőből, fából, betonból. A felvételen látható kapu azonban már acélból készült, és az 1400 éves Haruna templomváros bejáratát őrzi



Nikko, a Napfény Városa 1999 óta az UNESCO Világörökség része



A japán gasztronómia mesterei a hétköznapi étkezéseknél is a művészi látványvilágra törekszenek: vacsoraasztalunk részlete Niigata tengerparti szállodájában, amely gyógyvízforrásáról is híres Japán-szerte



A DEMAND SIDE RESPONSE LEHETŐSÉGE AZ ACÉLIPARI KOMBINÁTOKNÁL (I.) „NEHOGY MÁR A CSÍK TOLJA A REPÜLŐT!”

Az ISD DUNAFERR társaságcsoport Magyarországon harmadik vállalatként kötött szabadpiaci villamosenergia-vásárlási szerződést 2003-ban.

Asszisztálhattam hozzá, és erre kellőképpen büszke is voltam. Feletteseim szerették volna bemutatni a szerződés előnyeit a társaságcsoport többi tagvállalatának. A prezentációt én tartottam. Árak, feltételek, versenyztetési folyamat, tárgyalások, elszámolás, negyedórás menetrendezés gondolata után következett az energiaköltség-vezérelt termelés alapelve, vagyis hogy majd az energiaárak függvényében fogjuk járattni a hengerműveinket, átprogramozzuk a kohót és effélék. Ekkor az egyik társvállalati vezető szájából elhangzott a következő megjegyzés: „Nehogy már a csík tolja a repülőt!”

A FOGYASZTÁS/KERESLET OLDALI SZABÁLYOZÁS ALAPGONDOLATA

A fenti idézet jól szemlélteti a termelő technológiát üzemeltetők természetes prioritásait, a cikkünkben felvázolt szempontok miatt azonban továbbra sem kerülhetjük meg a címbeírt kérdést.

A fenntarthatóság okán ugyanis az együttműködő villamosenergia-rendszer teljesen átalakult az elmúlt évtizedben. A nagy, hagyományos fosszilis tüzelőanyagbázison termelő erőművek mellett megjelentek, sőt meghatározóvá váltak a kis-, sokszor háztartási méretű, decentralizáltan elhelyezkedő, megújuló energiát hasznosító, javarészt időjárásfüggő termelők, akik akkor termelnek, amikor a nap süt, vagy a szél fúj. A

tényleges teljesítményigény és a termelés elválik egymástól, ez az együttműködő villamosenergia-rendszeren egyensúlytalanságot generál, mely szűkületeket okoz, a változó teljesítmény pedig megnöveli a szabályozási igényeket.

Az európai országok villamosenergia-felhasználásának jellege is megváltozott. Általánosságban elmondható, hogy a fogyasztási csúcsok megnöttek, amelyek a teljes teljesítményigénynek már a 10-15%-át teszik ki, viszont ez a csúcsigény az üzemidő 1-2%-ban (évi 60-200) órában áll fenn.

A rendszerszabályozás a rendszerüzemeltetők – Átviteli Rendszerirányító (TSO), vagy Elosztói Rendszerirányítók (DSO) feladata, melyet eddig kínálati oldali eszközökkel, gyors, rugalmasan változtatható termelésű erőművi kapacitások építésével (ún. csúcserőművek) oldották meg. A megnövekedett szabályozási teljesítmény biztosítása, ki-egyenlítése működhet a villamosenergia-rendszer nemzetközi kapcsolatainak keresztül is, amennyiben a szabályozási teljesítmény, valamint az átviteléhez szükséges hálózati kapacitás rendelkezésre áll.

A szabályozási igény csökkentésének másik módja a keresleti oldal (fogyasztók) bevonása. Vagyis ott kell fogyasztást generálni, ahol a termelés és szabad hálózati kapacitás van, illetve ott kell fogyasztást átütemezni, csökkenteni, ahol szűkület alakult ki, vagy a lecsökkent villamosenergia-termelés az ellátásbiztonságot veszélyezteti, vagy csak nagyon magas költségek mellett biztosítható.

A Winter vagy Clean Energy Package névvel elhíresült „Clean energy for all Europeans” dokumentum a keresletoldali szabályozást ugyanolyan rendszerszabályozási eszköznek tekinti, mint az erőműegységek telepítését. Definíció szerint a fogyasztásoldali/keresletoldali választintézkedések során a fogyasztó a szokásos terhelési profiljától eltér különböző piaci események (árjelzések, vagy ösztönzők) hatására. A keresletoldali választintézkedések (Demand Side Response – DSR) a fogyasztási/keresletoldali szabályozás (Demand Side Management – DSM) része, amely során az energiafelhasználás és az energiaköltség csökkentése egyaránt fókuszba kerül. A keresletoldali szabályozás két pillére a DSR és az energiahatékonysági intézkedések.

A keresletoldali szabályozás számos, az energiaellátás jövőjére nézve biztató eredménnyel kecsegtet. A megújulóknak integrációját rövid távon is segíti azzal, hogy kevesebb fosszilis bázison létesülő erőművi kapacitást kell építeni, ami kisebb ÜHG-kibocsátással jár, valamint gazdaságos.

Az iparvállalatok alapvető üzleti érdeke az energiahatékonyság növelése, illetve az energiafelhasználás csökkentése, de a nagyfogyasztók a fogyasztási profil megváltoztatására már nem kényszeríthetők. Általában a rendszerüzemeltetők a szabályozó hatósággal karöltve ez esetben azzal a kihívással néznek szembe, hogy hogyan vegyék rá a fogyasztókat a szokásos terhelési profiljuk megváltoztatására.

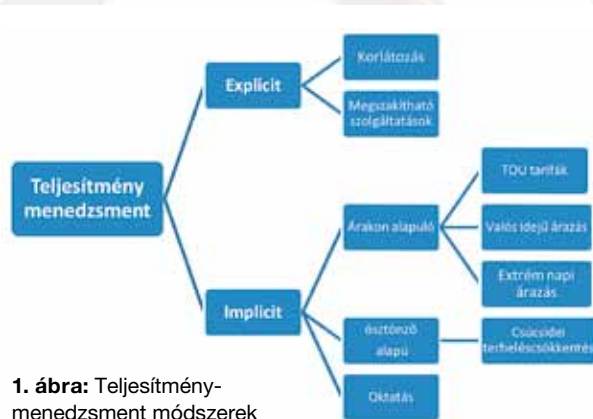
MIÉRT A FOGYASZTÓ?

Mert a fogyasztó rendelkezésére állnak azok az eszközök, amelyek a rövid távú rendszeregyensúly biztosításához szükségesek. A kérdés, hogy milyen mértékben és milyen fogyasztói csoportoknak, valamint ténylegesen elérhető-e a fogyasztók, vagyis készek-e a szabályozási teljesítmény biztosítására, és milyen ösztönzők hatására.

A villamosenergia-fogyasztó fizeti meg az ellátásbiztonság árát, cserébe szereti a kényelmet, vagyis azt, hogy a kívánt, termeléshez és egyéb tevékenységéhez használt energiahordozó folyamatosan rendelkezésre álljon. Vajon mit hajlandó tenni még az ellátásbiztonságért?

Az **1. ábra** a teljesítménymenedzsment csoportosítását mutatja be. Az első csoportba tartoznak a direkt, vagy explicit módszerek, például a korlátozás (ellátásbiztonsági vészhelyzet ellátására), vagy megszakítható kapacitások vásárlása. [1]

A második csoportba az indirekt vagy implicit eljárások tartoznak, melyek alanya a fogyasztó. Látható, hogy a DSR kétféle ösztönzője létezik: fogyasztói terhelésváltoztatást a



1. ábra: Teljesítmény-menedzsment módszerek csoportosítása

villamosenergia-árak ismeretében lehet kezdeményezni, másrészt az ösztönző alapú, ahol a fogyasztó teljesítményigényének változtatásáért közvetlen ellentételezésben részesül.

Az első esetben a fogyasztó befolyásolhatja a villamos energia felhasználását az aktuális árak függvényében, ez esetben ez a tevékenység a rendszer súlyosan egyensúlytalan, vagyis hiányos/többletes állapotait üzleti eszközökkel igyekszik megelőzni, a tevékenység villamosenergia-költség-megtakarítást eredményez.

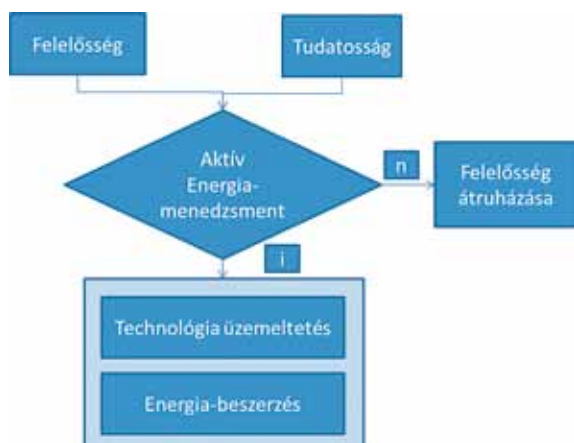
A második módon végrehajtott fogyasztói választintézkedés (DSR) némiképp hasonlít a korábban már villamos energetikai vészhelyzetre megalkotott korlátozás metodikájára. Míg a korlátozás havária megelőzésére irányuló kötelező rendelkezés, a DSR önkéntes vállalás következtében végrehajtott intézkedés, ha úgy tetszik az ellátásbiztonság saját eszközökkel történő szavatolása: a vállalkozás az energiafelhasználását a hálózati szabályozási igényeknek megfelelően alakítja – növeli vagy csökkenti – a rendszerirányító által kiadott parancs hatására. Mi szükséges ahhoz, hogy a fogyasztó elgondolkodjon a DSR szabályozásban való részvételen?

1. Ellátásbiztonsági vészhelyzet: jellemzően azokban az országokban működik DSR-rendszer (motiváltak a fogyasztók a rendszerszabályozásban való részvételre), ahol korábban már veszélybe került a villamosenergia-ellátás. Lengyelországban a csúcsidei tartalékteljesítmény lecsökkenése miatt rendeltek el korlátozást 2015-ben, amelynek kapcsán felszínre került az egyes erőművek kivezetéséből adódó, éves szinten kb. 170 órán át fennálló 2 000 MW-os teljesítményhiány, melyet a felhasználók szabályozásba való bevonásával tudnak megoldani leghatékonyabban. [2]
2. Megfelelő ösztönző, vállalati kultúra, termelési/kontrolling szemlélet, kommunikáció, a szervezet megfelelő szintjein, technikai színvonal, személyes motiváció.

A fogyasztók energiapiaci aktivitása attól függ leginkább, hogy számukra az energiaköltség alapvető versenyképességi tényező, vagy az „csak” egy a versenyképességet meghatározó a tényezők sorában. Az **1. táblázat** az energiafogyasztók csoportosítását tartalmazza aszerint, hogy a költségstruktúrájukban az energiaköltség mekkora hányadot képvisel. Látható, hogy az átlagos vállalkozás energiaköltsége 0-3%-ig terjed. Az energaintenzív fogyasztók energiaköltsége 20%-ot tesz ki az előállítási költségeikben.

	Előállítási költség arányos energiaköltség
Átlagos EU-vállalkozás	0-3%
High-tech; autó és egyéb járműgyártás	1%
Hulladékkezelés, szállás és étterem	3-5%
Energiaintenzív szektorok (cement-, mész- /gipsz-, agyag- és építőanyag-, cellulóz- és papírgyártás, üveg, vas és acél, vegyipar, nem vasfém előállítása)	3-20%

1. táblázat: Fogyasztói csoportok energiaköltség-hányada
(Forrás: Energy prices & costs in Europe, COM (2019) 1 Final)



2. ábra: A fogyasztói energiamenedzsment lehetőségei

A **2. ábra** szemlélteti az energiapiaci jelenlét, így a DSR-potenciál szempontjából lényeges fogyasztói attitűdök megletét/hiányát. A nagy energiafelhasználó vállalkozásoknak tisztában kell lenniük az energiafelhasználásuk mértékével, illetve jellegével, vagyis a termelő technológia energiafelhasználás-karakterisztikájára gyakorolt hatásával. Lényeges szempont, hogy a fogyasztó mennyire tudatos az energiaellátás biztosítása során, vagyis akar-e addicionális felelősséget vállalni. Aki az aktív energiamenedzsment mellett dönt, az termelői technológiájának üzemeltetését legtöbb esetben az energiarendszer/árak állapotának figyelembevételével alakítja.

HOGYAN LEHET A FOGYASZTÓI VÁLASZINTÉZKEDÉSEKET ÖSZTÖNÖZNI?

A következőkben több ország DSR-gyakorlatának néhány módját szeretném ismertetni.

Meg kell határozni azokat a fogyasztói csoportokat, amelyek a terhelés változtatásban aktívan részt vehetnek. Ilyen fogyasztói csoportokat találunk a **2. táblázatban**. Látható, hogy míg Lengyelországban a legnagyobb teljesítményt az ipari felhasználók jelentik, Magyarországon a lakossági fogyasztók adják a legnagyobb DSR potenciált.

Az ipari fogyasztókat nagyságuk okán érdemes lehet egyenként is megszólítani, de a lakosság szabályozásba való önkéntes alapú bevonása a számosság, illetve a fogyasztói tudatosság hiánya okán is kérdéses.

Szektor	Lengyelország	Magyarország 1. felmérés	Magyarország 2. felmérés
	MW		
Ipar	1000	156	219
Épületek	135		
Szolgáltatás		349	297
Lakosság	100	530	461
Összesen	1235	1035	977

2. táblázat: Fogyasztói csoportok és DSR-potenciál

A fogyasztók bevonására különböző módszerek lehetségesek, de minden esetben elmondható, hogy a pontos szabályoknak rendelkezésre kell állniuk, hogy a DSR által okozott költségek számíthatók legyenek.

Ilyen például a Magyarországon már működő (de fogyasztók által nem használt) tercier szabályozási ajánlatok beadása, ahol az ajánlattevő nyilatkozhat, hogy legkevesebb 1 MW teljesítménycsökkenést milyen feltételekkel ajánl fel a rendszerirányítónak.

Franciaországban olyan rendszer működik, ahol a fogyasztók a kritikus napokon 45%-os terheléscsökkenést érnek el.

Bizonyos országokban a felhasználók a DSR-teljesítmény fenntartásáért ellentételezésben részesülnek (hasonló módon, mint az egyéb piaci szereplők, termelők a rendszerszabályozási teljesítmény fenntartásáért).

A kisebb fogyasztókat, vagy a nagyobb fogyasztók DSR-szempontról figyelembe vehető kisebb teljesítményű be rendezéseit érdemes aggregátoron keresztül rendszerszabályozásra felajánlatni. [4]

DSR AZ ACÉLIPARBAN

A nyersvasgyártás-acélgártás-acélfeldolgozás energiaintenzív folyamat, melynek villamosenergia-teljesítményigénye is nagy: elviekben részt vehet a villamosenergia-teljesítmény-szabályozásban. Az integrált acélgártási technológia alapanyag- és késztermék-előállítási folyamatainak nagy része folyamatosan működő, nagy hőmérsékletű technológia, egyes fázisai kémiai reakciók. A gyártási folyamatba való, nem kellően átgondolt beavatkozás a munkadarab, vagy a megmunkáló szerszám rongálódásához vezethet. Szerencsétlen esetben közvetlen életveszélyt, ipari balesetet, valamint még a kistérségre nézve is egészségügyi kockázatot jelent.

A primer acélgártás (integrált technológia) alapanyagának előkészítése során, a kokszolási folyamatban, valamint a nyersvas- és acélgártás közben nagy mennyiségben keletkezik szekunder energiahordozó (kohó-, kamra- és konvertergáz), mely hatékony hasznosítását technológiai izzítási/hőntartási folyamatokban, vagy a telephelyen létesített erőművekben oldják meg. Az erőműegység folyamatos (kényszer) üzeme megalapozhatja a fogyasztó DSR teljesítmény-szabályozásban való részvételét.

Az integrált kohászati kombinátok az erőművüket a technológiai melléktermék gázok rendelkezésre állásától függően, valamint az erőművel szembeni technológiai hőigénytől függően járatják. A rendszerszabályozásra elérhető kapacitás az erőmű aktuális üzemállapotától függ. A vizsgálatok szerint a villamosenergia-termelés rugalmasan változtatható, a rendelkezésre állási idő 60-80%-ában. Az integrált kohászati kombinát erőműve által biztosított 10-20 MW fel- és leszálló kapacitás rendszerszabályozási szempontból már értékelhető, de önmagában csekély. A gyártási/megmunkálási folyamatba való beavatkozással azonban a vállalkozás egész logisztikai folyamata veszélybe kerülhet, a termelés rendszer-egyensúly-szempontról áthangolásának nagy a kockázata. Néhány technológiai egység azonban a gyártástól függetlenül, annak zavarása nélkül szabályozható. Ilyen például a folyamatokban szükséges oxigén tárolhatósága miatt az azt előállító kompresszor járatása/leállítás. A magas energiaárak esetén az oxigénellátás tárolóból történik. [5]

A közvetlen teljesítményszabályozhatóság szempontjából a szekunder acélgártási eljárás, az elektroacél-előállítás technológiája nyújt nagyobb lehetőséget. A gyors beavatkozás az elektrokemencék üzemének megváltoztatásával (kampány elnyújtása, késleltetése) lehetséges.

A gyártásba való, energiapiaci viszonyokhoz igazodó beavatkozás lehetőségéről az acélgártó kapacitások sem mondhatnak le, ha a versenyképességük a tét. Azt kell meg-

határozni, hogy a technológiai kényszerűségek mellett hol vannak szabad döntési pontok.

A magyar acélgártást tulajdonképpen két társaság jelenti. Az integrált technológiát üzemeltető ISD DUNA-FERR társaságcsoport, valamint az elektroacélgártással foglalkozó ÓAM Ózdi Acélművek. A két acélgártó által biztosítható DSR-kapacitás a számítások szerint együtt elméletileg 30, illetve 52 MW. [6]. A szabályozás lehetséges iránya a terheléscsökkentés. [6]

ÖSSZEFOGLALÁS

Az önálló szabályozási eszközként elismert fogyasztásoldali teljesítményszabályozással Magyarország egyetlen integrált technológiával működő acélgártó kapacitása, az ISD DUNA-FERR társaságcsoport is aktívan foglalkozik.

A következő cikkünk a társaságcsoport DSR-szempontról vizsgálatait, illetve gyakorlatát mutatja be. Ezek a vizsgálatok a telephelyen működő erőmű járatásának megváltoztatása, illetve a kiegészítő folyamatok/berendezések üzemébe történő beavatkozásra terjednek ki. A cikk következő részében azt a kérdést is megválaszoljuk, hogy létezik-e olyan helyzet, amikor a gyártástechnológiába is érdemes beavatkozni, vagyis tényleg „a csík tolhatja a repülőt.”

FORRÁS

- [1] K. Yumak, G. Tosun, B. Varlık and M. Bağrıyanık: Load curve classification for the evaluation of demand side management programs, *Materials Science and Engineering* 161 (2016) 012111
- [2] A. Gawlikowska-Fyk: How Poland incorporated the demand side into system regulation, *Rekk Demand Response Day*, Budapest 11th Dec, 2018
- [3] Energy prices & costs in Europe, *European Commission* (2019), 9th Jan 2019
- [4] Zs. Pato: Demand Response in the US and Europe, *Rekk Demand Response Day*, Budapest 11th Dec 2018.
- [5] A. Feta, M. dv. Broek, W. Crisjns-Graus, G. Jägers: Technical demand response potentials of the integrated steelmaking site of Tata Steel in IJmuiden, *Energy Efficiency* 11/ 2018. pgs. 1211-1225
- [6] Villamosenergia-piaci keresletoldali szabályozás fejlesztéseinek lehetőségei Magyarországon, *ELANIT Szolgáltató Kft.*, 2017

A TÖRÉSVONALAK KELETKEZÉSÉNEK MODELLEZÉSI LEHETŐSÉGEI

A törésvonalak kialakulásának körülményeit a Magyar Acél 2017. téli lapszámában már bemutattuk. Jelen cikkünkben bemutatásra kerülnek a szabálytalan alakváltozási sávok kialakulásának modellezési problémái és egy egyszerűsített modell szerinti kialakulási mechanizmus.

BEVEZETÉS

A jelenség végeelemes modellezése több kihívást vetít előre. Egyrészt a lemezvastagság mentén és hosszirányban megfelelően sűrű végeelem-hálózatot kell alkalmazni annak érdekében, hogy a már-már mikroszkopikus alakváltozási sávok kialakulása megfigyelhető legyen. Ez kb. tizedmilliméteres csomópont-távolságot jelent. Az ipari gyakorlatban a melegen hengerelt szalag lefejtési sebessége 100-600 m/perc, melynek során a szalag mechanikai terhelését nem csupán az alakváltozás, hanem a tömegelőrből adódó dinamikai hatások is befolyásolják. További bizonytalanságot okoz az, hogy meglehetősen nehéz ilyen nagy alakváltozási sebesség mellett az anyag rugalmas-képlékeny átmenete közötti viselkedését megbecsülni.

A LEFEJTÉS VÉGESELEMES MODELLEJE

A melegen hengerelt szalag lefejtési modellje az **1. ábra** szerint épül fel. Egy 500 mm sugarú, merev testként modellezett hengerrel 30°-os ívben érintkezik a 2 mm vastagságú, lefejtendő szalagív. A szalagív a henger felső pontján tangenciálisan túlnyúlik annak érdekében, hogy az egyik peremfeltételként alkalmazott elmozdulásvektor (1 mm/s húzási sebességgel) erre a szalagrészre hasson.

A szalagív a hengerre van feszítve, a szalagív túlsó végén második peremfeltételként a lefejtésnél átlagos értéknek tekinthető 7 MPa-os tangenciális irányú feszítés van jelen.

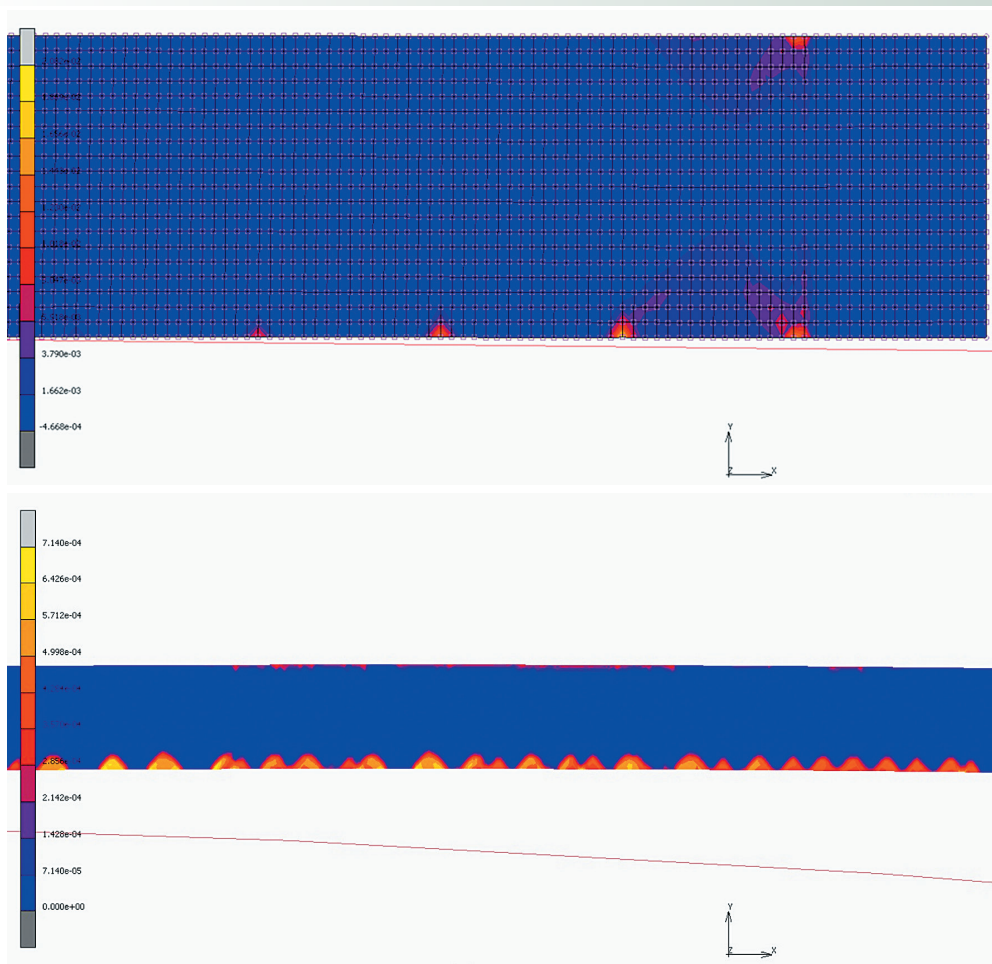


1. ábra: A lefejtés végeelemes modellje

A szalagív súrlódásmentesen tud elcsúszni a hengeren, ez helyettesíti a teljes tekeracs forgását. A végeelemes modell csomópontjai 0,1 mm-re helyezkednek el egymástól. A modell az alábbi egyszerűsítéseket is tartalmazta:

- 2D-s modell, sík alakváltozási állapottal,
- statikus modell, dinamikus hatások nélkül,
- a rugalmas-képlékeny átmenet ilyen nagy alakváltozási sebesség esetén nem ismert, emiatt a statikus átmenet segítségével épült fel a modell,
- a felületközeleli szemcsék orientációjának hatását nem veszi figyelembe, homogén mikroszerkezet feltételezése.

A törésvonalak kialakulásához vezető folyási jelenséget a képlékeny anyagtörvényben lehet definiálni. Az alkalmazott folyásgörbe tartalmazza a felső-alsó folyáshatárt, valamint a nemlineáris keményedést is.



2. ábra: A törésvonalak képződésének kezdeti és előrehaladott stádiuma

A modell futtatását két fő szakaszra bontottuk: nagy időlépéssel a rugalmas szakasz, majd 0,02 s-os időlépéssel a megfolyás utáni szimuláció, tehát ekkor a szalagvég húzási sebessége 0,02 mm egy szimulációs lépés során.

A MODELL FUTTATÁSÁNAK EREDMÉNYEI

A modell futtatása egy négymagos számítógépen, 2 magon futtatva 3 GHz-es processzorok segítségével mintegy 8 órát vett igénybe. A **2. ábra** képkockái két olyan lefejtési fázist mutatnak, melyek a megfolyás utáni pillanatokban készültek.

Az ábrákon az összehasonlító valós alakváltozás különböző színárnyalatokkal jelenik meg. Érdekes eredmény, hogy a lokális alakváltozási zónák kialakulása korábban kezdődik az alsó felületen és mélyebben hatolnak a szalag belsejébe, mint a felső felületen. Ez annak köszönhető, hogy a szalagot előfeszítés mellett fejtjük le, és emiatt az alsó oldalon a húzófeszültséghez hozzáadódik a szalagfeszítés, a felső felületen a nyomófeszültségből viszont levonódik ugyanekkora érték. Ezt a jelenséget megerősíti az az ipari megfigyelés, hogy az alsó felületen erőteljesebb a törésvona-

lasság. A szimulált, illetve szimulálható alakváltozás mértéke ugyanakkor meglehetősen kicsi, 10^{-4} nagyságrendű, azaz éppen a megfolyás utáni állapot van jelen. A törésvonalak mikroszerkezeti vizsgálati eredményeiből tudjuk, hogy mikroszkopikus, szemcseméret-szinten ugyanakkor nagy lokális alakváltozások is létrejöhetnek. A jelenség mikroszkopikus szimulációjához szemcseméret-szintű szimuláció szükséges, melybe be kell foglalni az orientáció hatását is.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben bemutatásra került a törésvonalak képződésének 2D-s modell segítségével történt szimulációja. A modell visszaadta a valóságban is jelen lévő alakváltozás-lokalizációt, valamint látható volt a szalag két felülete közti különbség is: az alsó felületen jóval intenzívebb alakváltozás jött létre, mint a felső felületen. A lokális alakváltozás századmilliméteres mélyedések kialakulásához vezetett a modell szerint, mely jó közelítéssel fedi a valóságot. A szimulációk alapján tehát jól látható, hogy a lefejtés közbeni alakváltozás mértéke és instabilitása határozza meg a törésvonalasság kialakulását.

A nagyolvasztói léghevítők tüzelése oxigénnel dúsított égéslevegővel

A kohókba befújt, a nyersvasgyártáshoz szükséges forró (>1000 °C) levegőt a nagyolvasztói léghevítők biztosítják, hagyományosan kohógáz és dúsítógáz (kamragáz vagy földgáz) keverékének elégetésével. Így a léghevítőknek fontos szerepük van a nyersvasgyártás energetikai rendszerében, mivel a nagyolvasztóban felhasznált hőmennyiség több mint 10%-át a kohókba befújt forró levegő biztosítja. Az acélipari vállalatoknál a léghevítők az egyik legnagyobb energiafelhasználó berendezések, ezért a tüzelőanyag fajtájának és költségének optimalizálása alapvető fontosságú.

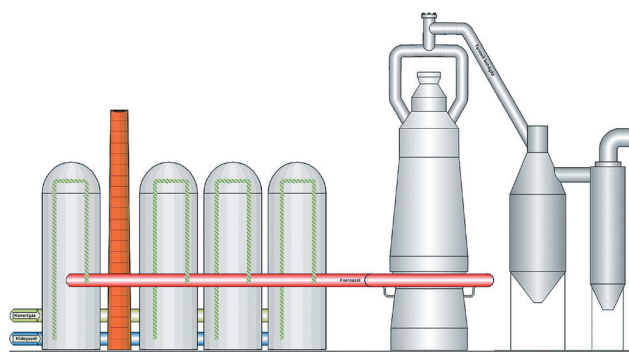
Annak érdekében, hogy a léghevítőkben felhasznált energiahordozók költségét, vagyis a dúsítógáz mennyiségét csökkenteni tudjuk (akár nullára), oxigénnel dúsított égéslevegővel optimalizáltuk a léghevítők tüzelését a kohógáz mennyiségének növelése mellett.

A léghevítők égéslevegőjének oxigénnel történő dúsítása egy újszerű megoldás annak érdekében, hogy a vállalati gázfelhasználást és ezen keresztül az energiaköltségeket optimalizálni tudjuk, valamint jelentős mértékben hozzájárul a metallurgiai fázis önköltségének csökkentéséhez. Az új tüzelési rendszer legfontosabb előnyei az alábbiakban foglalhatók össze:

- a léghevítők fűtése az oxigénnel dúsított levegővel gazdaságosabban oldható meg, mint levegődúsítás nélkül;
- az ISD DUNAFERR Zrt. gázrendszere rugalmasabbá válik, jobban kihasználható a belső keletkezésű gázok felhasználása (fáklyázás csökkentése);
- földgázfelhasználás-csökkentés érhető el.

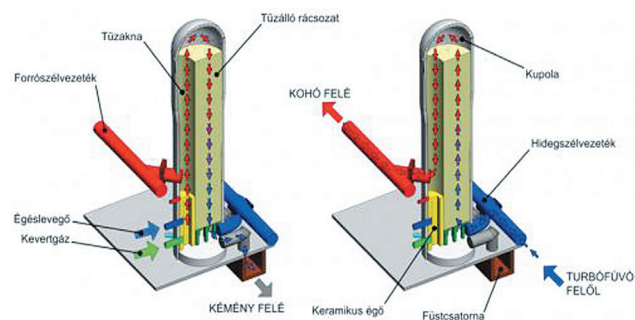
A NAGYOLVASZTÓI LÉGHEVÍTŐK FELADATA

Az ISD DUNAFERR Zrt. esetében a 2 db nagyolvasztónál 4-4 db léghevítő biztosítja a szükséges forrószél-hőmérsékletet (1. ábra).



1. ábra: A nagyolvasztói forrószél-ellátás az ISD DUNAFERR-nél

A léghevítők regeneratív kialakítású tüzelőberendezések, amelyeknél a felfűtési periódus során a tűzaknában történik meg a kohógáz-kamragáz (kohógáz-földgáz) keverék elégetése, a képződött füstgáz a kupolán keresztüláramolva a tűzálló rácsozatot felmelegíti. A léghevítő felfűtött állapotát a kupola-hőmérséklet és a füstgáz-hőmérséklet együttesen határozza meg. A felfűtést követően a léghevítőt fűtési periódusba állítják, ennek során a turbófúvó felől érkező hideg (100°C) levegőt a felhevített rácsozaton vezetik át. Az így felhevített forrószél (max. 1100°C-os) biztosítja a nagyolvasztók levegőellátását. A léghevítők működési elvét a 2. ábra mutatja.



2. ábra: A nagyolvasztói léghevítők és a felfűtési és fűtési periódusa

AZ ISD DUNAFERR ZRT. I. SZ. NAGYOLVASZTÓ LÉGHEVÍTŐPARK ÉGÉSLEVEGŐ OXIGÉNDÚSÍTÁSÚ (SOE) RENDSZERÉNEK KIÉPÍTÉSE

A Linde Gáz Magyarország Zrt. (továbbiakban: Linde) és az ISD DUNAFERR Zrt. szerződése alapján a Linde megtervezte és kivitelezte az I. sz. nagyolvasztó léghevítőinél az égéslevegő oxigéndúsítású (SOE) rendszert (3. ábra).

Az új SOE-rendszer szabályzás-vezérlés kiépítését, integrálását a meglévő kohói automatikus tüzelésszabályzási

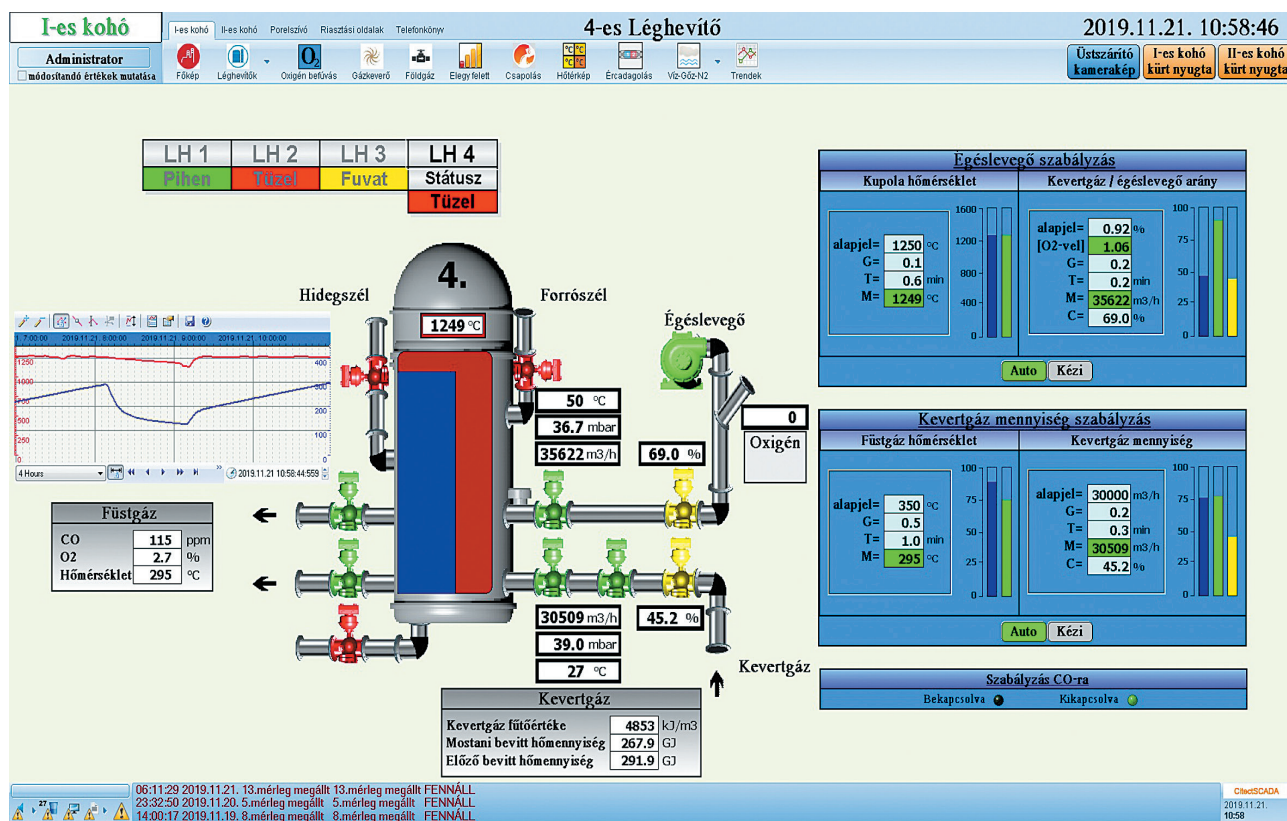
rendszerbe az ISD DUNAFERR Zrt. IT Igazgatósága végezte (4. ábra).

Lángérzékelők, szelepek cseréjével, kémlelőnyílások javításával, beszabályozás elvégzésével az I. sz. nagyolvasztó léghevítőinél a rendszer elkészült.

A hideg- és melegüzemi próbák alatt az oxigénbekeverésű SOE-rendszer megfelelően és biztonságosan működött. A melegüzemi próba eredményeinek kiértékelése alapján az oxigénbekeverésű üzemmód paramétereinek, beállításainak pontosítását, a rendszer finomhangolását újra el kellett végezni (oxigénbekeverés mértéke, légfeszleg-tényező megadása stb.). Tapasztalat, hogy az oxigéndúsítással történő tüzelési mód nagyon érzékeny a kohó-



3. ábra: Oxigénbekeverő rendszer az I. sz. nagyolvasztó léghevítőinél



4. ábra: A 1/4-es léghevítő automatikus tüzelésszabályzása

gáz fűtőértékére, már 100-200 kJ/m³ változás is jelentősen befolyásolja a maximálisan elérhető kupolahőmérsékletet. Tisztán kohógáz és oxigénnel dúsított levegő (kb. 30%-os oxigéntartalom, kb. 4000 Nm³/h oxigén) az eddigi próbák alatt nem biztosította az elvárt kupolahőmérsékletet és a forrószél-hőmérsékletet, annak ellenére sem, hogy a felfűtési periódus során a kohógáz mennyiségét megnöveltük. Erre azért volt szükség, mert a dúsítógáz nélküli (SOE) üzemmódban a kohógáz-felhasználás növelésével próbáltuk a szükséges hőmennyiséget biztosítani. Ez teljes mértékben nem sikerült, így a következő próbák során a kohógázhoz kis mennyiségű dúsítógázt (földgázt vagy kamragázt) is adagoltunk, hogy az optimális tüzelési paramétereket elérjük.

A tesztek során első lépésben földgázdúsítást alkalmaztunk, mivel ez a dúsítógáz típus a kamragáznál könnyebben szabályozható, stabil mennyiségi és nyomásértékeket mutat. A dúsítógáz mennyisége a próbák során 1-1,5% (v/v) volt.

AZ I. SZ. NAGYOLVASZTÓ LÉGHEVÍTŐPARK ÉGÉSLEVEGŐ OXIGÉNDÚSÍTÁSÚ (SOE) RENDSZER PRÓBAÜZEMI TAPASZTALATAI

A rendszer kéthetes próbaüzemét (2019. 10. 02-től 2019. 10. 16-ig) egy olyan időszakra időzítettük, amikor a nagyolvasztók folyamatosan üzemeltek, a megelőző időszakra jellemző alacsony termelési szintről nőtt a folyékony fázis termelése, ugyanakkor a nyersvas- és az acéltermelés még nem érte el azt a szintet, mely a próbaüzem nem pontosan ismert oxigénigénye miatt az Acélmű oxigénellátását esetleg veszélyeztette volna.

A tényleges próbaüzem alatt az I. sz. kohó 3 db léghevítővel dolgozott, ami azt jelenti, hogy két léghevítő 2 órát felfűtési periódusban van, egy léghevítő biztosítja a nagyolvasztó levegőellátását 1 óra időtartamban. Az I/I-es léghevítő a SOE-próbaüzem során átépítés alatt volt.

A kiépített új oxigénrendszeren áganként, léghevítőnként max. 2000 Nm³/h, összesen kb. 4000 Nm³/h oxigén vihető be a tüzelési periódus alatt álló két léghevítőbe. Az oxigéntartalom-előírás 25 tf % volt, dúsítógázként 2,5-2,7 % (v/v) kamragázt alkalmaztunk. A próbaüzem során 1020 °C-os forrószél-hőfok biztosítása volt a cél a fúvatás teljes időtartama alatt, maximum 1250 °C-os kupolahőmérséklet és

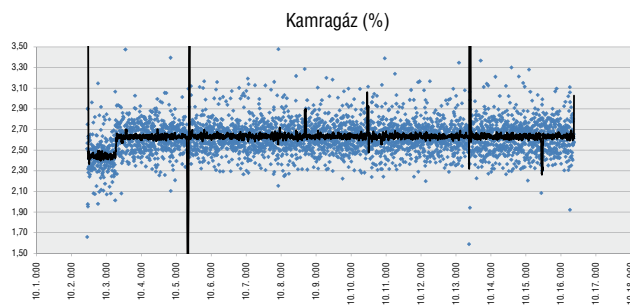
maximum 350 °C-os füstgáz hőmérséklet-előírás mellett, mely célt sikeresen teljesítette az új rendszer.

Az **1. táblázatban** és diagramokban a próbaüzemi adatokat foglaltuk össze:

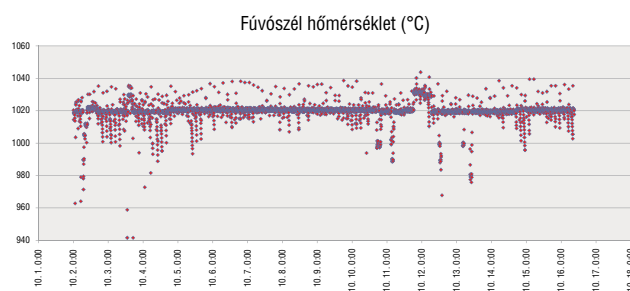
Gázkeverői kohógáz mennyiség	m ³ /h	52603
Gázkeverői kamragáz mennyiség	m ³ /h	1415
Gázkeverői földgáz mennyiség	m ³ /h	0,00
Kevertgáz mennyiség	m ³ /h	54018
Kamragáz dúsítási arány	%	2,6
Léghevítők füstgáz-hőmérséklet	°C	300-350
Levegő O ₂ -tartalom	%	25
Fúvószelel hőmérséklet	°C	1019
Fúvószelemennyiség	m ³ /perc	1661
Bekevert hidegszelel	m ³ /h	84

1. táblázat: Próbaüzemi mérési átlagértékek

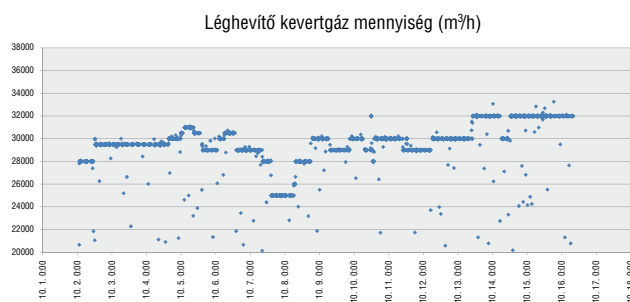
A következő diagramokon a SOE-próbaüzem fontosabb technológiai paramétereit láthatók.



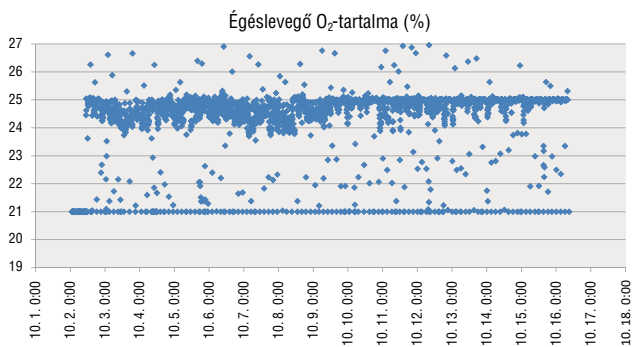
6. ábra: SOE-próbaüzem alatt a dúsítógáz bekeverési aránya



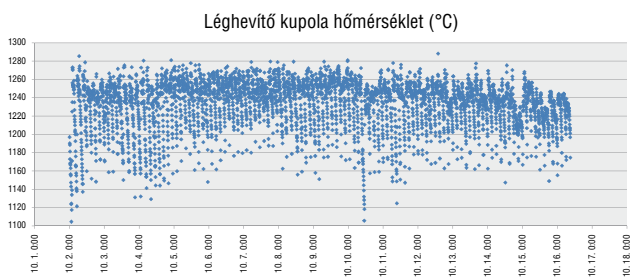
7. ábra: SOE-próbaüzem alatt a biztosított forrószél-hőmérséklet



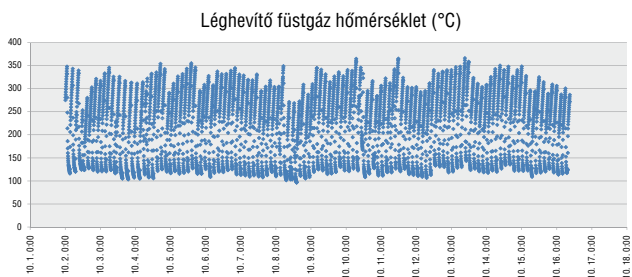
8. ábra: SOE-próbaüzem alatt egy léghevítőben felhasznált kevertgáz mennyisége



9. ábra: SOE-próbaüzem alatt az égéslevegő oxigéndúsítás mértéke



10. ábra: SOE-próbaüzem alatt egy léghevítő kupolahőmérsékleti értékei

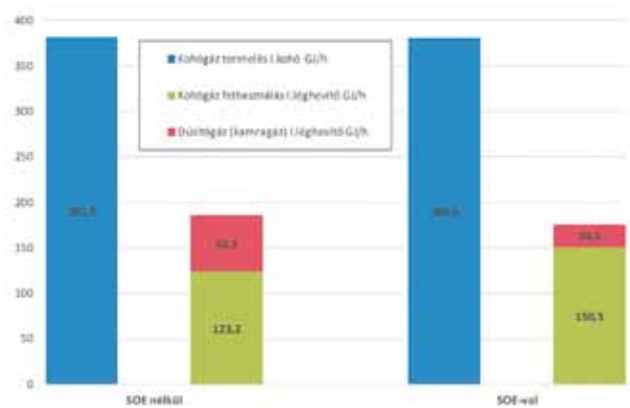


11. ábra: SOE-próbaüzem alatt egy léghevítő füstgáz-hőmérséklet értékei

Az oxigénbekeveréses SOE-rendszer a kéthetes próbaüzem alatt folyamatosan az előírásoknak és a tervezési paramétereknek megfelelően és biztonságosan működött.

A próbaüzem és az ezt követő időszak hasonló termelési körülményei lehetővé tették a kétféle üzemmódot objektív összehasonlítását. Az I. sz. nagyolvasztó átlagos gázforgalmi adatait szemlélteti a 12. ábra.

Az ábrából kiolvasható, hogy közel azonos technológiai igény mellett (amit a nagyolvasztóban keletkező gyakorlatilag azonos mennyiségű kohógáz is jellemez) a léghevítők fűtéséhez felhasznált dúsítógáz (jelen esetben kamragáz) SOE nélkül a teljes tüzelőanyag-felhasználásnak a harmadát teszi ki, ez az arány SOE működtetése esetén mindössze 14%. A dúsítógáz-igény csökkenésével azonos mértékben növekszik a tüzeléshez felhasznált kohógáz mennyisége a közel változatlan összes hőbevitel eléréséhez.



12. ábra: Az I. sz. nagyolvasztó átlagos gázforgalma normál és SOE-üzem módban (GJ/h)

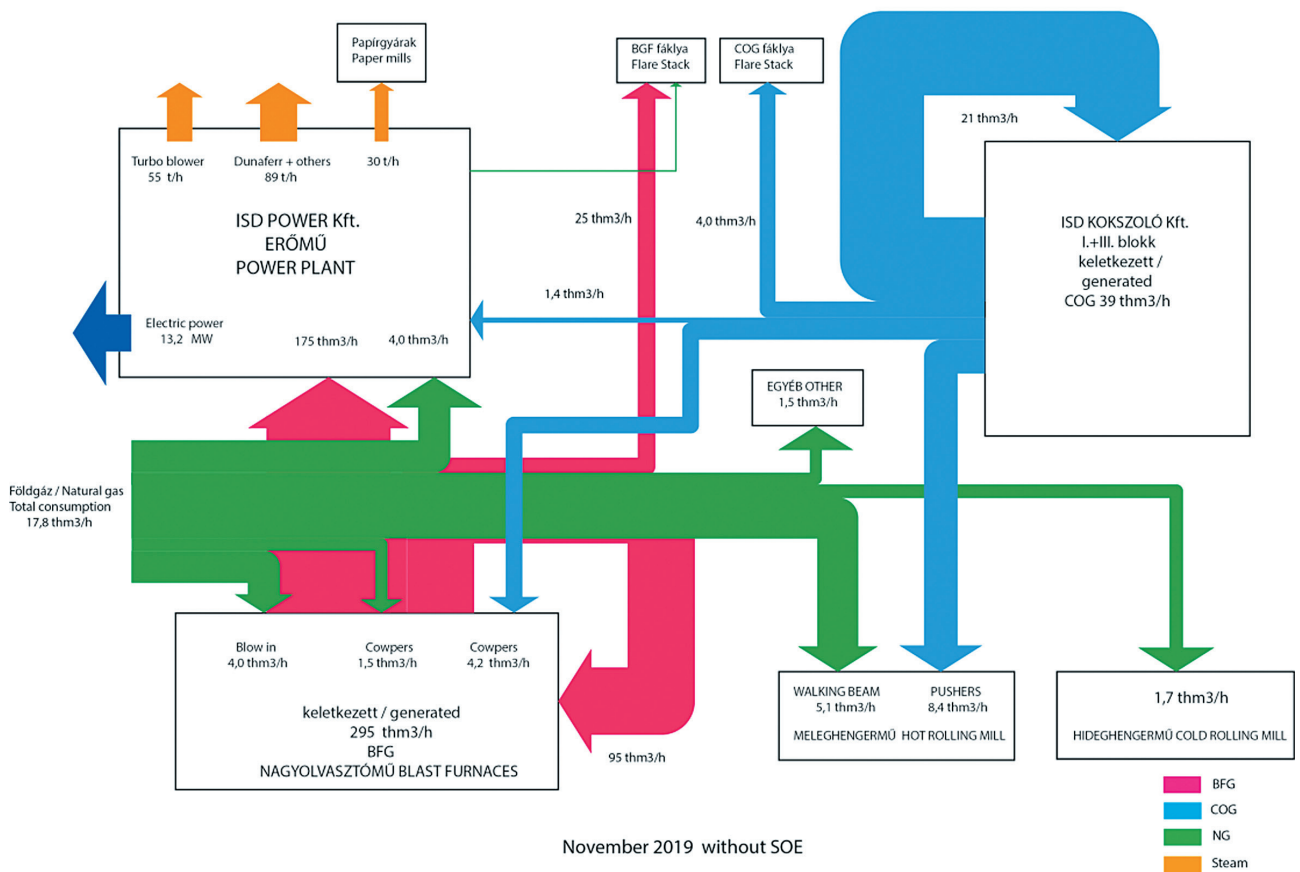
A próbaüzem alatt az oxigéndúsítás mértéke átlagosan közel 2000 m³ volt óránként.

A SOE-RENDSZER MŰKÖDTETÉSE ÉS GAZDASÁGI EREDMÉNYEI

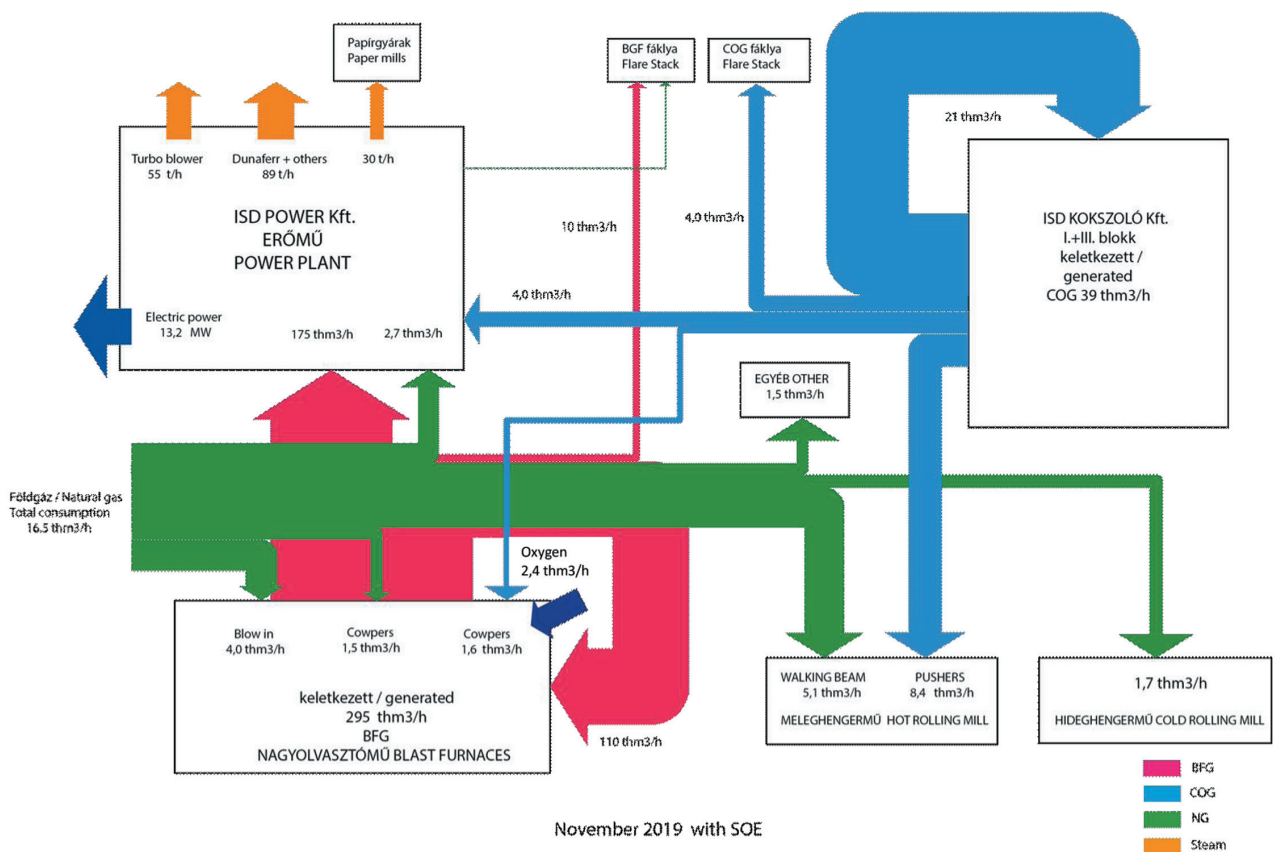
A SOE-rendszer működtetésekor felszabaduló dúsítógáz-mennyiség vagy közvetlenül csökkenti a vállalat energiaköltségét (ha a dúsítógáz egyébként földgáz), vagy közvetve, a felszabadult dúsítógáz felajánlásával más alternatív tüzelésű technológia (erőmű, meleghengermű) részére, földgáz kiváltása céljából. Ennek feltétele azonban, hogy a léghevítők megnövekedett kohógáz-felhasználása során a más felhasználóktól (ez esetben az Erőműtől) elvont kohógáz mennyisége ne okozzon tüzelőanyaghiányos állapotot.

Ilyen időszak bekövetkezésére nem kellett sokat várni, 2019. november elejétől ugyanis piaci-logisztikai okokból jelentősen lecsökkent a kokszolókemencék termelése, ezáltal a kamragáz-állás is. A kamragázt felhasználni képes technológiák nem jutottak hozzá a tüzelőberendezések által igényelt mennyiséghez, azt részben földgázzal kellett pótolniuk. Eközben a nagyolvasztók termelése fokozatosan növekedett, és elérte, majd meghaladta azt a szintet, mely felett a kohógáz maradéktalan hasznosítása már nem volt megoldott, így egy része hasznosítás nélkül, gázfaklyán lett eltűzelve.

Ekkor született döntés a SOE-rendszer első éles üzeméről (2019.11.04.-én 13:00 órától 2019.11.18.-án 10:00 óráig), melynek eredményeként a nagyolvasztók kohógáz-önfogyasztása megnőtt, ezzel a kohógázfelesleg megszűnt, de legalábbis jelentősen lecsökkent. Az egyidejűleg felszabadult dúsítógázt (ez esetben kamragázt) az Erőmű, vagy



13. ábra: Gázforgalom SOE-rendszer nélkül



14. ábra: Gázforgalom SOE-rendszer használatával

a 2. sz. nagyolvasztó léghevítője tudta felhasználni földgáz helyett, csökkentve ezzel a vállalat földgázkiadásait.

Az ISD DUNAFERR gázforgalmát szemlélteti a **13-14. ábra**, a SOE elindítása előtti és utáni állapot szerint.

Az ábrából kiolvasható, hogy a nagyolvasztói léghevítők kohógáz-felhasználásának mintegy 15 000 m³/h mértékű növelése a dúsítógáz (kamragáz) azonos hőértékű csökkenését eredményezte (kb. 2 600 m³/h), mely végeredményben – egyéb feltételek változatlansága mellett – a vállalat összes földgáz-felhasználásának azonos energiaértékű, azaz kb. 1 300 m³/h mértékű csökkenését jelentette, átlagosan 2 400 m³/h oxigénfelhasználás mellett.

A fentieket „ökölzabállyá” egyszerűsítve: indokolt esetben kb. 2 m³ oxigén felhasználással 1 m³ földgázfelhasználás váltható ki, ami a jelenlegi egységárak mellett naponta mintegy egymillió forint költségmegtakarítást eredményezett a DUNAFERR cégcsoportnak.

ÖSSZEFOGLALÁS

A léghevítők égéslevegő-dúsítású SOE-rendszere valamennyi biztonságtechnikai-automatizálási elemmel együtt kiépítésre került. A hideg, majd a meleg próbák több alkalommal, különböző beállítások mellett megtörténtek. A SOE-rendszer tesztüzeme bizonyította a technológia működőképességét, a kialakítás megbízhatóságát. A próbaüzemet követően a SOE-rendszer éles helyzetben, normál üzemben is megfelelően működött. A SOE-rendszer működtetése a vállalat energiaköltségének napi 1 M Ft-tal történő csökkenését eredményezi. Továbbá az újszerű megoldás az ISD DUNAFERR Zrt. gázrendszerét még rugalmasabbá tette, ezzel biztosítva annak energia- és költséghatékonyosság-javulását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Chuan Wang, Jonas Zetterholm, Magnus Lundqvist, Jürgen Schlimbach: Modelling and analysis of oxygen enrichment to hot stoves - The 8th International Conference on Applied Energy – ICAE 2016
- Wang C, Lundqvist Magnus, Orre Joel, Bialek Sebastian, Schlimbach Jürgen: CFD modelling of Oxy-fuel combustion of a hot stove at an iron-making factory. Proceeding of Nordic FlameDays, 6th-7th of October 2015 in Copenhagen, Demark.
- Orre J, Zetterholm J, Lindström D, Schlimbach J, Kotzich S, Wang C.: Development of an empirical model for hot stove system at the iron-making plant. Conference proceeding of METEC & 2nd ESTAD 2015, Düsseldorf, Germany, 15-19 June, 2015.
- Wang C, Olsson Erik, Larsson J, Sundelin B, Lundqvist M: Practical and research experiences on hot stoves' operation at SSAB EMEA No.4 Blast Furnace. Conference proceeding of AISTech 2014 - The Iron & Steel Technology Conference and Exposition is scheduled for 5-8 May 2014 at the Indiana Convention Center in Indianapolis, USA.
- Zetterholm J, Ji X, Sundelin B, Martin P. M., Wang C: Dynamic modelling for the hot blast stove. International Journal of Applied Energy. 2016. doi:10.1016/j.apenergy.2016.02.128
- Kramer, H: The effect of oxygen enrichment on radiative heat transfer. FuelEfficiency and NOx Emissions, TOTeM-17:IFRF, 2000.
- Wang C, Cameron A, Bodén A, Karlsson J, Hooey L: Hot stove oxygen-enriched combustion in an iron-making plant. Oral presentation at Swedish-Finnish Flame Days, January 26-27, 2011, Piteå, Sweden.
- Wang C, Karlsson J, Hooey L, Bodén A: Application of oxygen enrichment in hot stoves and its potential influences on the energy system at an integrated steel plant. International conference of World Renewable Energy Congress 2011 - Sweden 8-11 May 2011, Linköping, Sweden.
- Michelsson K, Geach M, Niemi T, Martin PM: Improved Blast Furnace Stove Operation With the Use of Oxygen Enriched Combustion Air. Conference proceeding of AISTech 2014 - The Iron & Steel Technology Conference and Exposition is scheduled for 7-10 May 2012, Atlanta, USA.
- Blostein, Ph., Devaux, M., Grant, M: Use of industrial gases in blast-furnace operation. Metallurgist 2011; 55 (7): 552-557
- Linde's presentation: Oxygen enrichment for blast furnace stoves at FN Steel in Finland-2012.03.
- Summaries of RFCS Projects 2003-2014 TGS1: Ore agglomeration and Ironmaking

KELLEMES KARÁCSONYI ÜNNEPEKET
ÉS SIKEREK BEN GAZDAG,
BŐLDOG ÚJ ESZTENDŐT KÍVÁN
VALAMENNYI PARTNERÉNEK
A MAGYAR VAS- ÉS ACÉLIPARI EGYESÜLÉS!

MVF