2

A FESTŐ, AKI ÜVEGBE ÁLMODTA SZENT BORBÁLÁT

Vendégsarok: Bráda Tibor

MEGISMERNI, MEGTANULNI, MEGSZERETNI

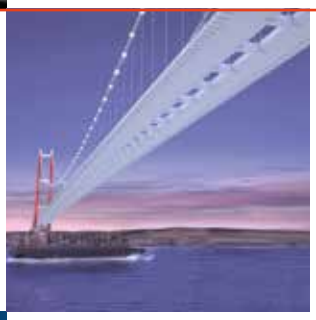
Portrévázlat Márkus Lászlóról

6

16

TERMOMECHANIKUSAN HENGERELT, MIKROÖTVÖZÖTT ACÉLOK

A VILÁG LEGHOSSZABB FÜGGŐHÍDJA



26

29

FEJLETT ACÉLOK A CO_2-KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSÉNEK SZOLGÁLATÁBAN

EGY ÉRTÉKMENTŐ CIVIL SZERVEZET MINDENNAPJAI

36

MAGYAR ACÉL IV. évfolyam, 2. szám Lapszerkesztő: Szilágyi Irén Arculat és tördelés: P. Mester Anikó Nyomtatás: Extra Média Nyomda Kft., 8000 Székesfehérvár, Fecskepart 4054/1. Felelős vezető: Szabó Dániel Kiadja: a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, 1051 Budapest, Október 6. u. 7. Felelős kiadó: dr. Sevcsik Mónika igazgató ISSN 2560-0397

A festő, aki üvegbe álmodta Szent Borbálát

Bráda Tibor festőművész festményei, pasztellrajzai, grafikái mellett üvegműves alkotásai is jól ismertek a művészetkedvelők körében. Üvegműves munkáinak többsége a keresztény hitvilághoz kötődik. Templomokat, középületeket díszítenek míves alkotásai szerte az országban. Legújabb munkája, a kohászok védőszentjét, Szent Borbálát ábrázoló monumentális üvegablak néhány hete került végleges helyére, a dunaújvárosi Krisztus Király Főtemplomba.

SZILÁGYI IRÉN

Templomi fotók: NÉMETH ZSOLT Építkezés fotó: ANTAL ÁRPÁD

Igaz, a művésszel csak egy alkalommal sikerült rövid időre személyesen találkoznunk, mégis nagyon sok érdekességet árult el a mű megszületésének folyamatáról.

■ Minden munka esetében jellemző rám, hogy minél alaposabban szeretek felkészülni az adott témából. Ezúttal is hónapokig tartott, amíg elmerültem a veszélyes foglalkozások védőszentje, Borbála életében. Rengeteg szobrot, reprodukciót néztem meg, amelyek mind-mind hozzátettek valamit ehhez a drámai élettörténethez. Maga az alkotás folyamata is meglehetősen hosszadalmas egy ilyen műnél: amikor megvan a téma, a kezdeti vázlatrajzokból fokozatosan, stációkon keresztül születik meg a kompozíció. Miután egy muráliáról, azaz az épülettel szervesen összefüggő képzőművészeti alkotásól beszélünk, nagyon fontos szempont volt az is, hogy illeszkedjen az épület teljes egészének struktúrájába, hangulatába.

Az elkészült vázlatokból kiválasztott alkotás kartonrajzra kerül, majd a sablonálás fázisa következik. A színezés után nagy, megvilágított üvegasztalon összerakjuk, majd festjük a kompozíciót, a tónusszínezés adja meg a plasztcitását, amit hagyományos, évszázados módszer szerint oposszumecsettel végzünk. Majd a kemencébe kerülő üvegeket 540 Celsius fokon égetik. Ezután következik az ólmozás és a patinázás. Régi, klasszikus technológia ez, ugyanúgy készülnek ma is az ólmozott üvegek, mint évszázadokkal ezelőtt a gótikus katedrálisok díszüvegei. Az elkészült, 3,65 x 1,1 méteres alkotást november 12-én építette be a helyére kivitelező csapatunk.

MŰALKOTÁS JÓTÉKONYSÁGI FORINTOKBÓL

A történet egyik dunaferres szála, hogy a kohászok védőszentjét, Szent Borbálát ábrázoló díszablak költsége vas-

Néhány éve alkotás közben, a Nagybányai Tájképfestő Telepen

NÉVJEGY

Bráda Tibor festőművész 1941-ben született Karcagon

1967-ben szerzett diplomát a Magyar Képzőművészeti Főiskolán, ahol később négy évtizeden át tanított is

Művészi pályáját számos műalkotás, emlékezetes tárlatok és rangos díjak fémjelzik

1984-ben a Munkácsy-díjat, 2002-ben a Magyar Köztársasági Arany Érdemkeresztet vehette át

Festményei megtalálhatók hazai és külföldi gyűjteményekben, többek között a Magyar Nemzeti Galériában

Családjuk igazi művészcsalád: felesége Deák Ilona festőművész, leányai Bráda Judit bőrműves, és Bráda Enikő keramikus iparművészek.

mű szakemberek által szervezett jótékonysági adományozás nyomán gyűlt össze. A Dunaújvárosi Római Katolikus Templom- és Iskolaépítő Alapítvány keretein belül indított adománygyűjtést az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) dunaújvárosi helyi szervezetének elnöke, Cseh Ferenc, és titkára, Kvárik Sándor koordinálta. Több cég és magánszemély – köztük dunaferres kollégák – adományainak köszönhetően vált lehetővé a műalkotás elhelyezése. Az alkotó festőművész korábban dr. Prokopp Mária, az ELTE művészettörténész professzorának ajánlása nyomán kapott megbízást a templom díszablakainak elkészítésére, így az elmúlt évek során már üvegbe álmodta és elkészítette Krisztus családfáját, Szent Istvánt és családját, IV. Bélát és családját, Szent Lászlót és családját, Salamon királyt, a Golgotát, valamint a Szent Pantaleont ábrázoló, csodálatos színvilágú, monumentális, 7,5 magas és 4,5 méter széles díszablakokat. A Szent Borbála-ablak elkészítésére, a munka folytatásaként ismét a művészt kérte fel a templom plébánosa, Baltási Nándor, valamint a mecénások. Az adományozók képviseletében az alkotóval Bocz András, az OMBKE Vaskohászati Szak-

SZENT BORBÁLA LEGENDÁJA

Diocletianus császár uralkodása idején Kis-Ázsia északnyugati részén, Nikodémia városában élt egy gazdag, görög származású pogány. Egyetlen gyermekét, aki rendkívüli szépségével és éles eszével tűnt ki, Borbálának hívták. Atyja tudományokban jártas mesterekkel taníttatta, hogy kitűnő tehetségéhez illő képzést kapjon. Az apa gyűlölte a keresztény tanokat. Leánya számára egy magas tornyot építtetett, ide záratta be évekre, ami így Borbálának otthona és egyben börtöne is lett. A toronyba zárt lány mégis megismerkedett a keresztény tanokkal. Időközben apja eltökélte, hogy férjhez adja. Ezt Borbála megtagadta, bevallva, hogy felvette a kereszténységet. Apja erre kardot ragadva akart véget vetni lánya életének. Borbálának azonban sikerült megszöknie és a hegyekbe menekült. Apja üldözőbe vette és elfogta leányát, majd átadta a városbírónak. A bíró a lányt – mint keresztényt – a legválogatottabb kínzásoknak vetette alá, véresre korbácsoltatta, tüzes fáklyával süttette, Borbála azonban a válogatott kínzások ellenére is életben maradt. Amikor atyja látta, hogy leányát nem tudják megölni, maga ment a kínpadra és saját kezűleg fejezte le Borbálát. Tettéért rövidesen megbűnhődött, mert Isten villámcsapással sújtotta halálra. Szent Borbála egyike lett a középkor és a barokk világ legtiszteletreméltóbb nőszentjeinek. Az örökös veszedelemben dolgozó bányászok végszükségben fohászkodtak hozzá. Később a bányászokkal közös akadémiákon tanuló kohászok is Szent Borbálát választották védőszentjükké.

A festőművész szignója

osztályának elnöke, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatóhelyettese tartotta a kapcsolatot, és vállalta magára a koordinációs feladatokat.

HÁTTÉRBEN A FÉNYBRIGÁD

Sipeki Zoltán restaurátor művész Bráda Tibor tanítványa volt a Magyar Képzőművészeti Egyetemen. Napjainkban a győri Rómer Flóris Történeti és Művészeti Múzeum főrestaurátora, emellett az egyetemen óraadóként tanít. Maga is alkot ólmozott üvegképeket, munkásságának jelentős része Bráda Tibor alkotásaihoz kötődik: ő a mester jobbkeze, a kivitelezések irányítója és elmaradhatatlan közreműködője. Talán fogalmazhatunk úgy is, hogy a Bráda-féle üvegművészet továbbvivője, szellemi és művészi örököse. Mint mondja, rengeteget tanult az elmúlt két évtizedben a közös munka során:

■ Alapvetően a kerámia volt a fő szakterületem, de korábban is érdekelt az ólmozott üveg technika is. Miután Tibor munkásságát jól ismertem, tudtam, nincs ma Magyarországon avatottabb művész, akitől tanulhatnék. 2001-ben kezdődött az együttműködésünk, és azóta már számos közös munkát hoztunk létre együtt. Ma már a tervezéstől a kivitelezés teljes folyamatán át végig, egyre több mindenben dolgozunk együtt az egyes projektekben, ami számomra kiváló lehetőség a fejlődésre, hiszen restaurátorként az én rajztudásom korántsem áll olyan magas szinten, mint Tiboré. Igyekszem ezt folyamatosan pótolni, már amennyire a munkám és a család engedi, hiszen tanulni sohasem késő. Hálás vagyok érte, hogy ebbe a csapatba, ahogyan mi hívjuk magunkat, a „Fénybrigádba” tartozhatok.

Érdekes élmény volt a dunaferres gyárlátogatás, ahol Bocz András (j) kalauzolta a művészt és kísérőit

GYARAPODÓ „ÜVEGES” ÉLETMŰ

A művésszel beszélgetve világosodott meg számomra, hogy a festmények, rajzok, grafikák mellett milyen hatalmas ma már az „üveges” Bráda-életmű is. A dunaújvárosi templomban elkészült hét monumentális ablak beépítését követően már készül a nyolcadik, Árpád-házi Szent Erzsébet ábrázoló alkotás. Itt kell megemlítenünk, hogy a nagylelkű mecénások közül is kiemelendő a dunaújvárosi kötődésű Edmund Meiser német üzletember neve, akinek sikeres acélszerkezeti üzeme működik a városban. Ő a templom építésének teljes folyamatában nagylelkű adományokkal támogatta a beruházást, s napjainkban is számíthat rá az egyházközség, ha segítségre van szükség.

A dunaújvárosi feladatok után Bráda Tibor következő, hatalmas munkája a sárospataki Bazilika Minor tizenhét ólmozott üvegablakának elkészítése lesz, amely újabb négy évre embert próbáló időszakot jelent majd a hamarosan nyolcvanadik életévét betöltő, de korát meghazudtolóan energikus és alkotó fantáziájának teljében lévő művésznek. Akit, valljuk be. lenyűgözött a DUNAFERR-ben tett gyárlátogatás is, hiszen, mint mondta, mindig is érdekelte az üveghez hasonlatosan szintén tűzben megszülető acél létrejöttének folyamata.

ACÉLBÓL SZÜLETŐ TEMPLOM

S ha már acélról esik szó: mindenképpen említést érdemel a dunaújvárosi templomnak az országban egyedülálló, látszódó, nyitott struktúrás, monumentális acélszerkezete. Az építés történetéhez tartozik, hogy az Oláh M. Zoltán által tervezett templom alapkövét 1993-ban rakták le, és 2000-ben szentelték fel az elkészült építményt. A hét évig tartó építkezés során 11 200 köbméter földet mozgattak meg, 1 620 köbméter betont használtak fel, ami 4 600 tonna acélt tart egyben az 50 méteres magasságba emelkedő épületben. Azt már Antal Árpád gépészmérnök, korróziós szakmérnök, egyetemi docens mesélte el, hogy a főtemplom acélszerkezetei az akkori DUNAFERR Acélszerkezeti Kft. (ma DAK Acélszerkezeti Kft.) vállalkozásában készültek, amelynek akkoriban ő volt az ügyvezető igazgatója. A tartószerkezetek acélszerkezeteinek tűzihorganyzását, vagyis külső-belső korrózió elleni védelmét szintén az Acélszerkezeti Kft. darabáru tűzihorganyzó gépsorán végezték. Nagyszabású, izgalmas projekt volt a cég életében ez a beruházás.

Ismerve az acél időtállóságát, akár még évszázadokig adhat helyet Isten háza a hozzá forduló embereknek Dunaújvárosban.

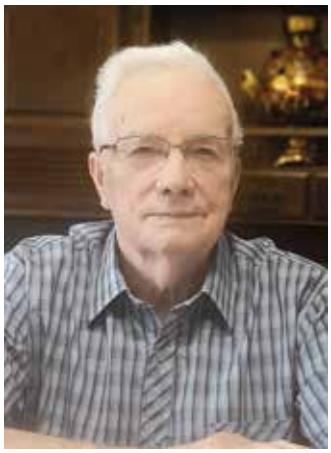
Megismerni, megtanulni, megszeretni

Portrévázlat Márkus Lászlóról

Sok-sok olyan szakember dolgozott a Dunai Vasműben az elmúlt évtizedek során, akik a gyári mindennapok meghatározó személyiségei voltak. Vezetőként nagy jelentőségű döntéseket hoztak, munkahelyi közösségeket építettek, szakmai elképzeléseik, fejlesztéseik nyomát pedig ma is működő termelőberendezések őrzik. A vasműs „nagy öregek” egyike Márkus László is, aki negyvenöt évet töltött el a nyersvasgyártás területén.

SZILÁGYI IRÉN

■ Egy szabolcsi kis településen, Demecserben születtem 1934-ben, majd 1939-ben a jobb megélhetés reményében a Miskolc közeli Pereces-bányatelepre költözött a család. Édesapám gépész-kovács mesterember volt, a lyukóvölgyi bányánál helyezkedett el. Gyermekként éltem meg a történelem szörnyűségeit a második világháború kapcsán. Érzékeltük az általános félelmet, ami megülte a gyerekek lelkét is. Máig emlékszem a bombázók fülsiketítő zajára, és vannak emlékeim az égő épületekről is. A házunk egy magaslaton állt, rá lehetett látni a diósgyőri vasgyárra, végignéztük az üzem lebombázását. Aztán jött a kétarcú Rákosi-rezsim a maga szörnyűségeivel, de az is tény, hogy millióknak adott esélyt egy jobb életre a tanulás lehetőségének megteremtésével. Az én szüleim is nagyon fontosnak tartották a tanulást, öt elemi után nyolcosztályos gimnáziumba mentem Miskolcra, ahonnan a gépipari technikumba felvételiztem. Bár eredetileg gépész szerettem volna lenni, három osztályt kiválasztottak, hogy velünk elindítsák a kohászképzést. Közel százan végeztünk, elsőként kaptunk az országban kohászati technikusi oklevelet.



Hogyan került Miskolcról az akkori Sztálinvárosba?

■ Nos, nem igazán volt választási lehetőségünk, pedig szinte mindenki Diósgyőrben szeretett volna elhelyezkedni. A bizonyítvánnyal együtt azonban megkaptuk – az előre kitöltött – munkakönyvünket is, és én tizenhét társammal, „népgazdasági érdekből” a második lehetőségként megjelölt Sztálinvárosban találtam magam. Tizenkilenc évesen nem volt könnyű elszakadni a barátoktól, a szülőktől, a környezettől, és 1953 nyarán meglehetősen izgalmas körülmények közé érkeztünk. A sebtében felhúzott barakkokban több ezer építőmunkás volt elszállásolva, köztük olyanok is, akik büntetésből kerültek ide. Ha a gyárban a délutános műszak megkapta a fizetését, akkor a kapunál összevártuk egymást, mert a kiserdőn át veszélyes volt egyedül közlekedni. A városi életkörülményekhez képest valóságos felüdülést jelentett számunkra a gyár, ahol tárt karokkal vártak minket, fiatal szakembereket.

A műszak tagjai a nagy napon, 1954. február 28-án, az első ünnepélyes nyersvascsapolás napján. Jobbról a második a képen Márkus László

Miként indult és hogyan folytatódott a „miskolci csapat" vasműs pályája az épülő gyárban?

■ Ma is emlékszem rá, hogy hihetetlenül lelkesek voltunk. A nagyolvasztó gyárrészleg állományába kerültünk, amelynek vezetője, *Pilter Pál* nagyon szerette a fiatalokat, személyesen foglalkozott velünk. Feladatokat adott, majd számon is kérte azokat, meghallgatta az ötleteinket, a meglátásainkat. Önálló munkára ösztönözte a fiatalokat, újítások kidolgozására, a szakirodalom tanulmányozására. Mai kifejezéssel talán úgy mondhatnánk, hogy a mentorunk volt. Többen közülünk magas vezetői beosztásokba jutottak: *Szabó Ferenc, Bakonyi György, Raabe Imre, Tuboly János, Pálvölgyi Henrik, Bozsik Imre, László Ferenc, Farkas László, Gönczi Pál* vagy *Verbó István* mind-mind a vállalat elismert vezetői lettek később, különböző szakterületeken.

Pár hónap múltán mélyvíz következett önnek is, hiszen termelni kezdett az I-es, majd 1957-től a II-es kohó is.

■ 1953 nyarán a nyersvasgyártó vertikum több berendezése még csak a tervezőasztalon volt készen, és szerencsénk volt, hogy már építés közben láthattuk a berendezéseket, így tisztában voltunk a szerkezetükkel, működésükkel. Én fiatal üzemtechnikusként abban a műszakban voltam, amelyik éppen dolgozott az ünnepi csapoláskor. Bár a hivatalos első csapolás a történeti írásokból jól ismert nagyszabású ünnepség keretében csak 1954. február 28-án történt meg, mi február 26-án, 17 óra 28 perckor már begyújtottuk a kohót és átélhettük azt a varázslatos pillanatot, amikor a belső tűz fénye megjelenik a nézőkéken. Én innentől datálom a dunaújvárosi nyersvasgyártás kezdetét.

Később gyorsan ívelt felfelé a pályája, fiatalon, alig negyvenévesen lett a gyárrészleg első számú vezetője. Nagyon nehéz lehet több évtizedet néhány mondatban összefoglalni, de melyek voltak a mérföldkövei ennek a szakmai pályának?

■ Az életem úgy alakult, hogy a teljes aktív munkásságomat egyetlen munkahelyen, a Dunai Vasmű kohóinál töltöttem. Részese lehettem a „hőskornak", a kezdeti nagyon nehéz időszaknak, amelyben a fő nehézséget elsősorban a Szovjetunióval kötött hosszú távú ércszállítási szerződés keretében vásárolt gyenge minőségű ércek kohósítása okozta. Hosszan tartó időszak volt ez, annak ellenére, hogy a gyárrészleg vezetősége igyekezett folyamatos technikai, technológiai fejlesztésekkel javítani a termelési feltételeket és állandóan keresték a kohóbetét minőségének javítási lehetőségeit. Ebben az időszakban a termelési volumen növelése a kohók térfogatának növekedésével járt, majd az 1970-es években az úgynevezett magas toroknyomású üzemvitelhez szükséges nagyberuházásokat igyekeztünk megoldani. Az új üzemvitel technológiájának kidolgozását akkor már vezető technológusi beosztásban én kaptam feladatul. Sőt, az élet úgy hozta, hogy az alkalmazásához kapcsolódó fejlesztések elvégzését szintén én irányíthattam, már gyáregységvezetői munkakörben.

Az épülő II. számú kohó 1957-ben (Fotó: Fortepan)

Ezt megelőzően természetesen én is tovább képeztem magam, 1966-ban felsőfokú technikusi oklevelet, 1972-ben pedig alakítástechnológus üzemmérnök diplomát szereztem munka mellett.

Ebben az időszakban, a fejlesztéseknek köszönhetően már érchiány keletkezett, sőt, a martinacél-gyártás, majd az 1981-ben elindult konverteres acélgyártás fejlesztésének hatására nyersvashiány is kialakult. Ekkor nyílt először lehetőség új

piacokról jó minőségű ércek, pelletek beszerzésére. Az elegyviszonyokban azonban az igazi áttörést az jelentette, amikor a hazánk és a Szovjetunió közötti kereskedelemben a rubelalapú elszámolásról áttértünk a dolláralapúra. Az 1980-as évek második felében már jobb minőségű ércet vásárolhattunk a világ más országaiból is, jelentősen javítottuk a darabosítói elegy ferrumtartalmát és a bázikus darabosított érc kohósítási tulajdonságait is. Az 1980-as évek végére már enyhült a nyugati embargó is, így kerülhetett sor 1990-ben a II-es nagyolvasztó átépítésénél a számítógépes folyamatirányítás feltételeinek megvalósítására is. Ekkor végeztük el az öntőcsarnok technikai berendezéseinek korszerűsítését is, a nyugatról beszerzett nagy tartósságú tűzálló anyagok felhasználásával jelentősen megkönnyítettük a kohászok munkáját. Nagy jelentőségű volt a nyersvasgyártásban az 1987-ben üzembe helyezett, szárazoltású technológiával működő hármas számú kokszolóblokkban gyártott, jobb kohósítási tulajdonságokkal rendelkező kohókoksz is. Az 1990-es évek közepére sikerült elérnünk az Európában is átlagosnak mondható termelési körülményeket és színvonalat. A számok nyelvén ez azt jelenti, hogy a Dunai Vasmű beruházási, úgynevezett vezértervében szereplő 544 000 tonna nyersvastermelési célkitűzést 45 év után 1 258 852 tonnára sikerült növelnünk, a fajlagos kokszfogyasztást pedig a kezdeti 1190 kg/tonnáról 500 kg/tonna értékre csökkentettük.

A fiatal mérnök a hetvenes években, gyárrészlegvezetői kinevezése idején

A beszélgetésünk során nyilvánvalóvá vált számomra, hogy nagyon fontosak önnek az emberi kapcsolatok. Hogyan kapcsolódtak össze ezek a szálak a munka világában?

■ A kohászok munkáját mindig is az egymásrautaltság, a szoros csapatmunka jellemezte, amelynek révén megtanultuk tisztelni egymást, kompromisszumokat kötni, ha szükséges volt és a legnagyobb hatékonyságot kialakítani az együttműködésben. Még így nagy vonalakban is sok olyan eseményt soroltam fel, amelyeknek a megvalósításához a mindenkori kollektívának, nekem és a munkatársaimnak, a társegységek szakembereinek és a vállalat vezetésében dolgozóknak hatékony együttműködésére, támogatására volt szükségünk és ezt meg is kaptuk, amit ezúton is megköszönök. Örömmel tölt el az is, hogy a generációváltások után napjainkban is kiváló szakismerettel rendelkező emberek, vezetők dolgoznak a gyáregységnél. Azonban elkeserítenek azok a szomorú hírek, amiket az utóbbi időkben a Vasműről hallok, de nagyon remélem, hogy ahogyan korábban, úgy most is sikerül megoldást találni a problémákra. Azt hiszem, most olyan időszakot élünk, amikor szükségük lesz az ott dolgozóknak a kohászok által sokat emlegetett jószerencsére…

Az irányításával zajló utolsó kohóátéptés évében, 1998-ban

Egy önnel készült korábbi interjúban azt mondta, hogy ha mindent újrakezdhetne, akkor is a nyersvasgyártást választaná, nem tudna másfajta pályát elképzelni magának.

■ Igen, ezen a dolgon sokat gondolkodtam, és mindig ugyanarra jutottam. Az életem során minden olyan eseménynek, ami a dunaújvárosi nyersvasgyártásban történt, vagy tanúja, vagy résztvevője, vagy irányítója lehettem. Úgy érzem, ez hatalmas kiváltság. Három fontos szakasza volt ennek a hosszú időszaknak: megismerni, megtanulni és megszeretni a nyersvasgyártást. Szerencsére, még az is megadatott számomra, hogy nem kellett egyik napról a másikra otthagynom a kohókat. Amikor 1993 végén elértem a nyugdíjkorhatát, rádöbbentem, hogy egyáltalán nem készültem még fel a nyugdíjra. De a kohász-szerencse mellém állt és újabb feladatot kaptam, papíron már nyugdíjasként. Egy nagyberuházás lebonyolításának irányításával bíztak meg, amelynek előkészítésén már gyáregységvezetőként is sokat dolgoztam. Ez a munka szinte még le sem zárult, amikor már meg is kezdődött a következő kohóátépítésére való felkészülés, és ez lett az utolsó, már nyugdíjasként elvállalt nagy feladatom. Végül 1998 szeptemberéig dolgoztam úgy, hogy nap mint nap bejártam a gyárba. Aztán 2000-ben jött még egy feladat, egy újabb kohóátépítés, de abban már csak műszaki szaktanácsadóként vettem részt. Gyakorlatilag innen számolom az „igazi” nyugdíjas éveket. Szerencsésnek mondhatom magam, hiszen ezeknek a feladatoknak az ellátásához is megvolt még az egészségem, a szükséges szakmai tapasztalatom, és ott voltak a kiváló kollégák, akikkel együtt dolgozhattam.

Számos elismerés mellett 1998-ban, a gyárban második díjazottként megkapta a vállalat legmagasabb kitüntetését, a Borovszky-díjat. Milyen szempontból bír különös értékkel ez az elismerés?

■ Ezzel az elismeréssel a pályafutásom egyébként is szép befejezése még gazdagabb lett és soha nem gondolt értékűre nőtt. A díj értékét az adja, hogy egy olyan emberről kapta a nevét, aki a Dunai Vasmű létrehozásában elévülhetetlen érdemeket szerzett. Borovszky Ambrus kiváló emberi tulajdonságai révén is kimagasló formátumú vezető volt, akit még az országos döntéshozók is respektáltak. Pályakezdésem óta személyesen ismertem, hiszen minden vasárnap bejárta az egész gyárat, a kohó műszerházába is rendszeresen ellátogatott. Megkövetelte a rendet, a tisztaságot, az egyenes beszédet és a lehető legjobb teljesítményt. Amikor átvettem Horváth István vezérigazgatótól a díjat, akkor arra gondoltam, hogy ezt azért kaptam, mert a saját területemen hozzájárultam Borovszky legfontosabb életcéljához, a Vasmű fejlődéséhez.

A Borovszky-díj a személyes ismeretség okán is nagyon fontos számára

Nyolcvanhat esztendősen jó egészségben van, és ugyanaz az érdeklődő, derűs személyiség, akit évtizedekkel ezelőtt, még a kilencvenes évek elején megismertem. Mi a titka?

■ Nem is tudom, talán az, hogy az ember számot vet és megbékél az életében minden olyan dologgal, amivel kell. Az aktív évek jelentős szakmai eredményei, fontos történései után a nyugdíjas években meg kell tanulni örülnünk a kis sikereknek is. Igyekszem sokat lenni a jó levegőn, kertészkedem, gyümölcsfákat gondozok, csemegeszőlőt termesztek, konyhakertet művelünk a feleségemmel. A gyár életével kapcsolatos történések természetesen foglalkoztatnak, hiszen mindkét fiam a DUNAFERR-ben dolgozik. Tamás a kohóüzemnél, Laci a folyamatos acélöntőműben. Egy-egy tizennégy éves fiúunoka van mindkét családnál, akikre nagyon büszke vagyok, és úgy gondolom, hogy nagyon szoros a kapcsolatunk. Mindkét srác kitűnően teljesít az iskolában, és minden adott hozzá, hogy jó műszaki szakember válhasson majd belőlük is, hiszen szeretik a matematikát, az informatikát és emellett még az angol nyelvtanulásban is ügyesek. Ameddig a sors megengedi, nagyon szeretnék része lenni az életüknek.

Jelenkori kép a kohóról: a kohászok munkája napjainkban is tiszteletet parancsol, az izzó nyersvas látványa ma is magával ragadja a szemlélőt (Fotó: Németh Zsolt)

A worldsteel rövid távú kitekintése

2020. október

A World Steel Association (worldsteel) október közepén közzétette 2020-ra és 2021-re szóló Rövid Távú Kitekintését. A keresleti oldalon továbbra is csökkenés mutatkozik idén, ez azonban a korábbi várakozásokhoz képest jóval mérsékeltebb. 2020-ban a worldsteel előrejelzése szerint az acél iránti kereslet 2,4%-al, 1 725 millió tonnára csökken a COVID-19 világjárvány miatt. 2021-ben a kereslet mértéke várhatóan eléri az 1 795 millió tonnát, ami 4,1%-os növekedést jelentene az idei évhez képest. Egy erős kínai rendeződés enyhíteni fogja az idei év keresletcsökkenést. A világ többi részén a lezárásokat követően a kereslet rendeződése eredményesebb, mint amire korábban számítani lehetett, de még így is erős visszaesést jelez 2020-ra, a fejlődő és a fejlett gazdaságokban egyaránt, 2021-ben várható részleges kilábalással. Az előrejelzés feltételezi, hogy a fertőzéseknek a világ számos részére jellemző felerősödése ellenére az országszintű lezárások nem fognak megismétlődni. Ehelyett szelektív és célozott intézkedésekkel lesznek képesek visszafogni a második hullámot.

A kitekintéshez fűzött kommentjében a worldsteel gazdasági bizottságának elnöke, *Al Remeithi* megjegyezte: „A globális acélkereslet negatív csúcsát áprilisban értük el, május közepétől pedig megindult a talpraállás. A rendeződés ugyanakkor egyenlőtlenül alakul az egyes országok között, attól függően, hogy milyen sikeresen képesek a vírust kezelni, milyen a nemzeti ipar szerkezete, végezetül milyen gazdasági támogató intézkedéseket vezetnek be. Kína meglepően rugalmas visszapattanást mutat, amivel nagymértékben hozzájárul a 2020-as globális növekedési előrejelzés jelentősebb pozitív irányú korrekciójához. A világ többi részén az acélkereslet éles beszűkülésének lehetünk majd tanúi, mind a fejlett, mind pedig a fejlődő országokban. Ez a válság különösen megterhelő volt a fejlődő gazdaságok számára. Mivel továbbra sem tudják kordában tartani a vírust, alacsonyak az ingatlanárak, esik az export és a turizmus. A pandémia felgyorsította azokat a megatrendeket, amelyek lassan átalakították a mi iparágunkat, illetve a vevőink iparágait, és ez a keresletet érintő rövid távú következményeknél jóval nagyobb, tartós hatást eredményez.”

Fordította: SZALAI DÁNIEL kereskedelmi szakértő, MVAE Fotó: NÉMETH ZSOLT Illusztráció: pixabay.com

AZ ELEMZÉS HÁTTERE

A legtöbb ország május közepén történt újranyitása óta felhalmozódott kereslet a gazdasági tevékenységek erősödését indította el, ami W-alakú fellendülésre utal. Ez azonban mind ez idáig kevésnek bizonyult a lezárások alatti hanyatlás ellensúlyozására. Számos acélfelhasználó ágazat rekedt a COVID-19-járvány előtti szintje alatt.

A járvány utáni rendeződés meglehetősen nehézkes, köszönhetően a fertőzések második hullámának, a folytatódó társadalmi távolságtartási intézkedéseknek, a megnövekedett munkanélküliségnek, illetve a meggyengült bizalomnak, ami együtt jár a kereslet-helyreállítás ütemezése kapcsán tapasztalható növekvő aggodalommal.

Ami a pozitívumokat illeti, az egészségügyi rendszerek sokkal felkészültebbek most, okulva az első hullám tanulságaiból. A vírus terjedésének megakadályozása, illetve a gazdaságok életképességének megőrzése közötti törékeny egyensúly elérésére törekszenek világszerte. Az északi féltekén ehhez társul még egy nagyfokú bizonytalanság azzal kapcsolatban, hogy fog alakulni a járványhelyzet a közelgő influenzaszezon alatt, ami súlyos hatást gyakorolhat a 2021-es kilátásokra. A kockázati mérleg negatívba billent. Nem zárható ki egy W-alakú kilábalás, ugyanakkor a jövő év folyamán kizárható a teljes helyreállás.

KÍNA

Kína február vége óta tartó erőteljes, egyenletes ütemű fellendülése a GDP növekedését sugallja erre az évre, annak ellenére, hogy az első negyedévben 6,8%-os csökkenést mutatott az értéke.

A januártól augusztusig tartó időszakban az ingatlanberuházások 4,6%-kal bővültek az előző év azonos időszakához képest, míg az infrastrukturális beruházások visszaálltak a tavalyi szintre. Augusztusban a gépipar és az autóipar rendre 10,9 és 7,6 százalékos növekedést produkált éves összehasonlításban. Ennek eredményeként a gépipar termelése a január-augusztusi időszakban 1,2%-kal meghaladta a 2019-es év azonos időszaki teljesítményt, míg az autóipari kibocsátás továbbra is 9%-kal marad el a tavalyi szinttől. Mivel a kiskereskedelmi forgalom is felzárkózott augusztusban, a kínai gazdaság gyorsan közelíti normális állapotát.

A kínai acélkereslet várhatóan 8%-kal erősödik ebben az évben, amit a kormányzati infrastruktúra-ösztönzők és az erős ingatlanpiac segít. 2021-ben az acélkereslet a következő két hatás eredményeként várhatóan tartja majd a szintjét. Egyrészt az idén elindított infrastrukturális és lakásprojektek továbbra is erősítik majd az acélkeresletet 2021-ben. Másrészt, amennyiben a gazdaság a teljes kilábalás jeleit mutatja, a kormány visszájára fordítja az ösztönzőket, hogy egy kicsit „lehűtse" az építőipart. A gyenge világgazdasági kilátások okán a feldolgozóipari szektor korlátozott visszapattanása várható a jövő évben.

A fejlett gazdaságok feldolgozóiparát, ami a 2019. év végi lassulásból épp kezdett kilábalni, a világjárvány ismét térdre kényszerítette. Még a gazdaságok újranyitását követő erős felpattanás ellenére is elkerülhetetlennek látszik a két számjegyű visszaesés az idei év egészét tekintve.

FEJLETT GAZDASÁGOK

A fejlett gazdaságok feldolgozóiparát, ami a 2019. év végi lassulásból épp kezdett kilábalni, a világjárvány ismét térdre kényszerítette. Még a gazdaságok újranyitását követő erős felpattanás ellenére is elkerülhetetlennek látszik a két számjegyű visszaesés az idei év egészét tekintve.

Az Egyesült Államokban a lezárások megszűnését követően erős kilábalás mutatkozott, amit érdemi kormányzati támogatásokkal segítettek. A feldolgozó ágazatok visszaesése rövidebb ideig tartott és kevésbé volt akut, mint ahogyan várták. Az USA ugyanakkor továbbra is küzd a vírus terjedésének megállításával, a kilábalás lendülete pedig alábbhagyhat a következő hónapokban. A 2021-re vonatkozó kilátások kevésbé optimisták, amiben közrejátszik az építőipar és a gépjárműgyártás visszafogott jövőképe is.

Európában a COVID-19 negatív gazdasági hatásait erős szociális biztonsági megoldásokkal és fiskális ösztönzőkkel sikerült enyhíteni. Az újranyitást követő kilábalás sokkal erősebbnek tűnik a vártnál, ugyanakkor a fő acélfelhasználó ágazatok, különösen a gépjárműipar erős hanyatlása két számjegyű zuhanást eredményez 2020-ban. A visszaesés különösen markáns volt Olaszországban és Spanyolországban.

Japán és Dél-Korea esetében a vírushelyzet viszonylagos hatékony kezelése ellenére az acélkereslet jelentős csökkenése várható az idei évben, a jövő évi rendeződés mérsékelt

lehetősége mellett, ami az export bezuhanása és a gyenge bizalmi szint következménye.

Összességében a fejlett országok acélkereslete várhatóan 14,9%-ot zuhan 2020-ban, majd 7,9%-os erősödés várható 2021-ben.

A fejlett gazdaságokban a COVID-19-járvány acélkeresletre gyakorolt hatása kevésbé lesz súlyos, mint a globális pénzügyi válságé, figyelembe véve azt is, hogy a járvány kitörésekor az acélkereslet még nem teljesen rendeződött a 2008/2009-es világgazdasági válságot követően.

FEJLŐDŐ GAZDASÁGOK (KÍNA KIVÉTELÉVEL)

Általánosságban elmondható, hogy a feltörekvő gazdaságok kevésbé voltak felkészülve a járvány okozta sokk kezelésére. A hatások pedig az egyes gazdaságok szerkezetétől, illetve a szükséges megszorító intézkedések súlyosságától függően eltérőek voltak. Jelentkezett a belföldi kereslet gyors hanyatlása, az export- és nyersanyagárak összeomlása, a turizmus bedőlése, a gyors kilábalás reménye nélkül. 2020-ra a főbb feltörekvő gazdaságok acélkeresletének két számjegyű hanyatlásával kalkulálhatunk.

India és Brazília leginkább a vírushelyzet hatékony kezelésében mutatott alkalmatlansága miatt szenved. India, ahol világviszonylatban a legsúlyosabb lezárásokat hajtották végre, várhatóan az acélkereslet legdurvább visszaesésével számolhat. Ugyanakkor egy viszonylag gyors rendeződésre van szükség 2021-ben, amit a vidéki fogyasztás és a kormányzati infrastrukturális beruházások támogathatnak. Latin-Amerikában súlyos hatásokat tapasztalni kontinensszerte, a strukturális problémák és a gyenge válságkezelés miatt. A reformok ebből eredő megszakítása, illetve a régió társadalmi stabilitásának romlása lassú helyreállást jelez 2021-re.

Az ASEAN (Délkelet-Ázsiai Nemzetek Szövetsége) tagállamaiban miközben néhány ország jobban járt és kevésbé szigorú lezárásokra volt szüksége, addig Malajziát és a Fülöp-szigeteket rendkívül súlyosan érintette a járvány. A pandémia sikeres visszaszorítása eredményeként Vietnam az acélkereslet növekedésével számolhat.

A közel-keleti és észak-afrikai (MENA) régiót komoly mértékben sújtotta az a kettős sokk, amit a pandémia és az olajárak zuhanása okozott.

2021-ben az acélkereslet szintjének rendeződése nem lesz teljes a fejlődő gazdaságokban, de gyorsabb lesz, mint a fejlett régiókban, az infrastrukturális beruházások hajtóerejének köszönhetően.

A feltörekvő országok acélkereslete (Kína kivételével) várhatóan 12,3%-os zuhanást mutat ebben az évben, amit jövőre egy 10,6%-os növekedés követ.

ACÉLFELHASZNÁLÓ ÁGAZATOK

Az acélfelhasználó ágazatok általánosságban kevésbé sínylették meg a lezárásokat és gyorsabban talpra is tudnak állni, mint a vendéglátás, a légi közlekedés vagy a szórakoztató ágazatok. A feldolgozóipar erős visszapattanását egy, az acélfelhasználó szektorok ellátási láncait érintő elhúzódó hatás fogja ellensúlyozni, ami a kis- és középvállalkozások tömeges csődjének következménye.

ÉPÍTŐIPAR

Az építőipar ellenállóbb maradt a COVID-19 okozta sokkal szemben, ami abból ered, hogy számos kormány az állami projektek megvalósítására fókuszált. A lezárások enyhítését követően ez tovább folytatódott a fejlett gazdaságokban, főként az infrastrukturális beruházások, a felhalmozódott kereslet, az alacsony jelzálog-kamatlábak és a könnyebb hitelhez jutás által hajtva.

Az építőipar sok feltörekvő gazdaságban két számjegyű visszaesést produkál 2020-ban, különösen Törökországban, Mexikóban, Brazíliában, mivel ezek az országok mély recesszióba kerülnek és finanszírozási nehézségekkel szembesülnek. Ugyanakkor Kínában az építőipar jelentős fellendülése tapasztalható, ami a kormányzati ösztönző intézkedéseknek köszönhető.

Lassú kilábalás várható 2021-ben. Az infrastruktúra várhatóan hajtja majd az építőipar növekedését az elkövetkező években, különösen a fejlődő országokban. Az államháztar-

tási mérlegek romló egyenlegéből adódó finanszírozási nehézségek szükségessé tehetik a beruházási tervek felülvizsgálatát. Az olaj piacán tapasztalható visszafogott kilátások miatt az energiaszektor beruházásait is ellenőrzés alá fogják vonni, különösen az Egyesült Államokban és a MENA-régióban. Az ún. „zöld" helyreállítási programok pörgethetik a fejlett gazdaságok infrastrukturális beruházásait.

Hosszabb távon az építőiparban strukturális átalakulás várható, tükrözve az irodák és lakóingatlanok iránti keresleti mintákban bekövetkező változásokat, illetve a várostervezési és építési szabályozások jelentős módosításai okán.

GÉPJÁRMŰIPAR

A gépjárműipart a járványhelyzetből adódó, drámai mértékű következmények sújtották. Áprilisban számos országban 70-90%-ot zuhant a szektor termelése. Míg a kínálatoldali problémák viszonylag gyorsan megoldódtak, a lezárások utáni kilábalást a kereslet lassú erősödése akadályozza. A globális autóipari termelés 34%-kal csökkent 2020 második negyedévében, az előző év azonos időszakához viszonyítva. Kínában ugyanakkor erőteljes belső kereslet segítette a gyorsabb helyreállást, de összességében a januárról augusztusig tartó időszakban Kína gépjárműgyártása 9%-kal maradt el az előző évi azonos időszakhoz képest.

A világ többi részén sokkal rosszabb a helyzet. Januártól augusztusig az előző éves szinthez képest több mint 30%-ot zuhant a gépjárműgyártás Németországban és az Egyesült Államokban egyaránt. Ugyanezen időszaki összehasonlítást tekintve Indiában, ahol teljesen leálltak a lezárások alatt, 46,1%-os a visszaesés.

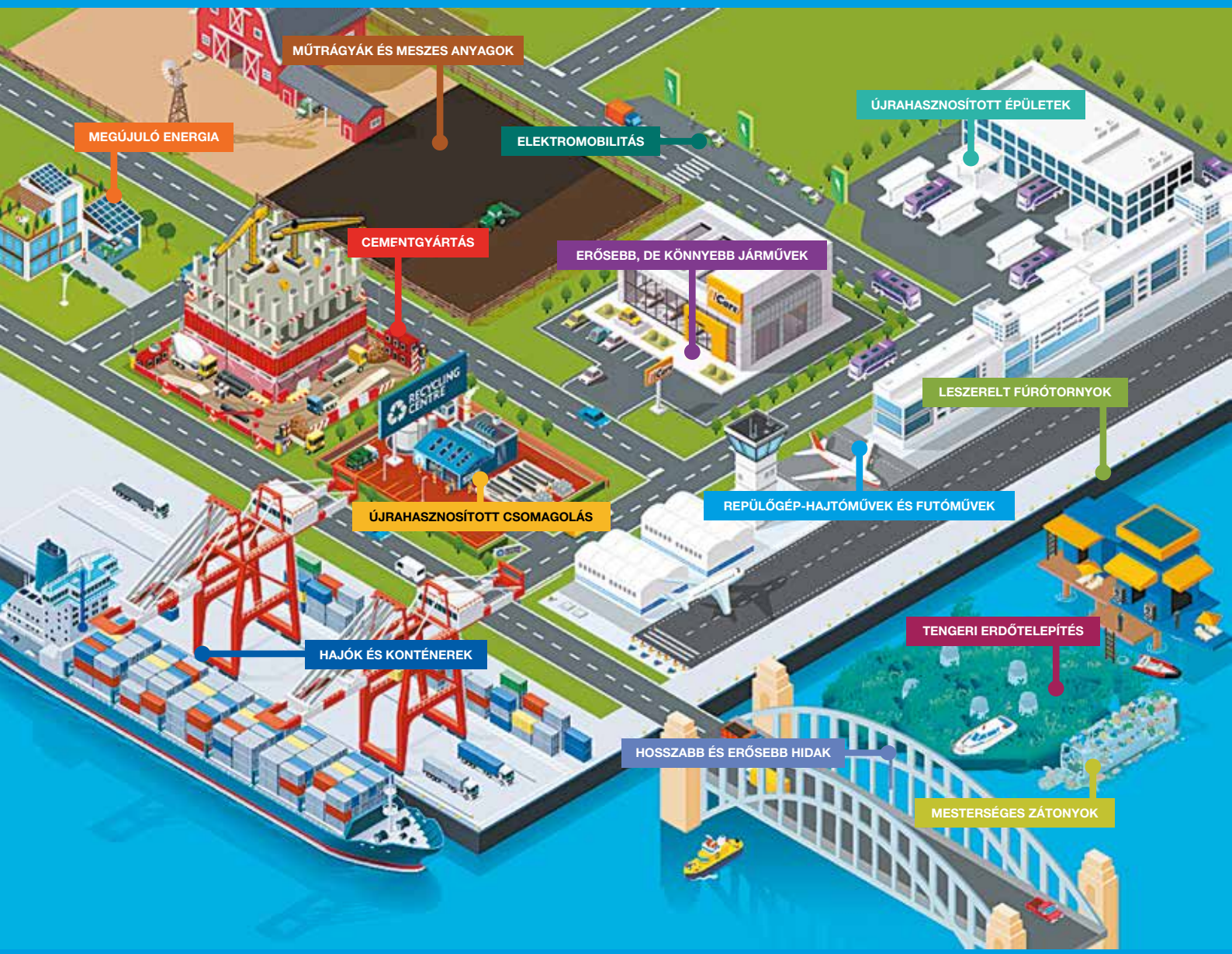
Az iparág ugyanakkor jelentős szerkezetátalakításon megy keresztül, az ellátási láncok nagyobb rugalmassága érdekében történő átrendeződése, a városi mobilitási minták változásai, illetve a villamos járművekre történtő folytatódó átállás mellett.

GÉPGYÁRTÁS

Az ágazat súlyos veszteségeket szenvedett el az ellátási láncok felbomlásának, valamint a megrendelések lezárásokkal érintett időszak alatti csökkenésének következtében. Az első negyedévben Kína vezette a gépipar beszűkülését, amit aztán az Európai Unió, az Egyesült Államok és Japán követett a másodikban. Május óta a gépipar kibocsátásának csökkenése mérséklődött ugyan, de az iparág a legtöbb országban még mindig gyengül. Az alacsony profit és bizalmi szint a beruházási projektek csúszását vagy törlését eredményezi, lassítja az ágazat kilábalását. Kivéve Kínát, ahol a január-augusztusi időszak termelési szintje meghaladta a tavalyi év azonos időszakára vonatkozó értéket. Középtávon a beruházások rendeződésének mérsékelt kilátásai korlátozni fogják a gépgyártó ágazat helyreállását.

ACÉLINNOVÁCIÓ

Az acélra támaszkodhatunk.
Együtt megtaláljuk a fenntartható megoldásokat.



Az acéltermékek alkalmazása
segít más iparágakat abban, hogy csökkentsék ökológiai lábnyomukat.

HAJÓK ÉS KONTÉNEREK

Az óriási acél teherhajók és szállítókonténerek hatalmas rakományok egyidejű szállítását teszik lehetővé. A vízi szállítás kevesebb energiát fogyaszt és kevesebb üvegházhatású gázt bocsát ki, mint a többi közlekedési forma.

A szállítás a mindennapi élet egy nagyon jelentős része, melynek megvalósításához az acél teherhajók és konténerek mérete lehetővé teszi, hogy hatalmas rakományokat lehessen egyszerre szállítani. Az egész világon az áruk 90%-át tengeren szállítják. Közel 17 millió szállítókonténert használnak világszerte, amelyek nagy része acélból készült. Acél nélkül nem lennének óriás teherszállító hajók.

A vízi szállításnak a többi közlekedési módhoz képest kevesebb az energiafogyasztása és kisebb az üvegházhatású gázkibocsátása.

A hajóval szállított rakomány tonnánkénti CO_2-kibocsátása csak 3 g/km, míg vonattal 45 g/km, teherautóval pedig 560 g/km a CO_2-kibocsátás.

A teljes konténerút CO_2-kibocsátása Kínától Európáig hozzávetőlegesen megegyezik 200 km európai teherautóút CO_2-kibocsátásával.

Egy New Yorkba szállított francia bor tengeri útjának szén-dioxid-kibocsátása alacsonyabb, mint egy üveg kaliforniai boré, amelyet teherautóval szállítanak a városba.

A tengeri áruszállítás fajlagosan 12-16-szor olcsóbb, mint a légi.

Emma Maersk

Konténerek szállítása

Termomechanikusan hengerelt, mikroötvözött acélok mechanikai anizotrópiájának és homogenitásának vizsgálata a gyártástechnológiai paraméterek függvényében

DR. MUCSI ANDRÁS szakértő, PORTÁSZ ATTILA technológiai főosztályvezető, ISD DUNAFERR Zrt.

A termomechanikusan hengerelt lapostermékek felhasználási területe évről évre bővül. A legfőbb igény, mely a jelenlegi korszerű acélok iránt mutatkozik, a nagy szilárdság mellett elérhető legjobb alakíthatóság és legkisebb anizotrópia. A cikk bemutatja a QStE380TM acélminőségre vonatkozóan a hengerlési paraméterek mechanikai tulajdonságokra, valamint anizotrópiára és szemcseméret-eloszlásfüggvényekre gyakorolt hatását. A cél a különböző felhasználási igényeknek megfelelő technológiai paraméter-kombinációk előállítása volt.

1. BEVEZETŐ

A cikkben bemutatott eredmények részét képezték az ISD DUNAFERR Zrt. Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalánál minősítést nyert K+F projektjének. A kutatási projekt célja a szemcseméret-eloszlásfüggvények és a mechanikai tulajdonságok, valamint az anizotrópia közti összefüggés megállapítása volt. A projekt kapcsán az acélgyártás, illetve a meleghengerlés az ISD DUNAFERR Zrt. gyáregységeiben, a vizsgálatok pedig a DUNAFERR Labor Nonprofit Kft. laboratóriumaiban történtek.

Összesen 7 db brammát vontunk be a vizsgálatokba, melyeket a kémiai összetétel-különbség hatásának kiküszöbölése miatt egy adagból jelöltünk ki. A vizsgálatok során tesztelni kívántuk az előlemez-vastagság, a hengerlési véghőmérséklet, valamint a csévélési hőmérséklet hatását. A kísérleti programban az **1. táblázatban** látható paraméterkombinációkat teszteltük.

Sorszám	Előlemez vastagság (mm)	Hengerlési véghőmérséklet (°C)	Csévélési hőmérséklet (°C)
1	22	820	620
2	26		
3	32		
4	26	770	620
5		870	
6	26	820	570
7			670

1. táblázat: A kísérleti brammák tervezett gyártástechnológiai adatai

A kísérleti tekercsek hosszmenti közepéből kerültek kimunkálásra a próbatestek anyagául szolgáló táblalemezek. A táblalemezekből kereszt-, hossz- és 45°-os szakító-próbatestek, valamint metallográfiai minták kivételére került sor. A szakító-próbatesteken a szabványos szilárdsági és képlékenységi mérőszámokat, valamint a szintén szabványosított képlékeny anizotrópiát jellemző r-értéket határoztuk meg. A metallográfiai mintákon szövetszerkezeti felvételek készítése, valamint ezek értékelése történt. Meghatározásra kerültek a szemcseméret-eloszlásfüggvények mind lemezvastagság irányban (későbbiekben „függőleges” jelöléssel), mind arra merőlegesen (későbbiekben „vízszintes” jelöléssel). Az eloszlásfüggvényeket felvettük hengerlési irányban, valamint arra merőleges helyzetből kimunkált próbatesteken. A szemcseméret-eloszlásfüggvényeket ezután értékeltük, és a függvényeket jellemző számszerű értékeket korreláltattuk a mechanikai vizsgálatok eredményeivel. Az eredmények alapján előállítottuk az egyes felhasználási célnak megfelelő technológiai paraméter-kombinációt.

Kémiai elem	C	Mn	Si	S	P	Al	Cu	Cr	Ni	Nb	N
Mennyiség (wt%)	0,061	0,699	0,012	0,009	0,013	0,070	0,054	0,090	0,038	0,024	0,006

2. táblázat: A kísérleti brammák kémiai összetétele

Sorszám	Tekercs azonosító	Coil-box előtti hőmérséklet (°C)	Előlemez vastagság (mm)	Előlemez beadási hőmérséklet (°C)	1.-2. állványközi hőmérséklet (°C)	Hengerlési véghőmérséklet (°C)	Csévélési hőmérséklet (°C)
1	D16139	1069	22,0	1034	967	822	618
2	D16140	1080	26,2	1042	975	823	622
3	D16141	1081	32,5	1041	970	824	622
4	D16142	1071	26,2	1027	929	770	605
5	D16143	1062	26,2	1039	984	866	628
6	D16144	1067	26,3	1032	958	822	574
7	D16145	1064	26,3	1027	952	822	672

3. táblázat: A főbb meleghengerlési paraméterek

2. A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kísérletbe bevont brammák kémiai összetétele a **2. táblázatban** látható.

A brammákat 3 mm-es célvastagságra hengereltük ki, a kísérlettervben szereplő előlemez-vastagságok alkalmazásával. A brammák hengerlését követően ellenőriztük a célzott hengerlési paraméterek megvalósulását is. A kihengerelt szalagok hossza mentén átlagolt paraméterei a **3. táblázatban** láthatók.

A kihengerelt szalagok hossza mentén az aktuális hőmérsékletértékek a feltüntetett átlagértékektől valamelyest eltértek, de ez az eltérés minimális volt. A **3. táblázat** adatai alapján látható, hogy a tervezett paramétereken kívül a szalagok hőmérsékletvezetése lényegesen nem különbözött. A lefejtődarabolósori feldolgozás során a szalagok hossza mentén a középső részből történt a mintavétel. A mintavétel helyén a lokális hőmérsékleti értékek a **4. táblázatban** láthatók.

A szalagokból irányonként 2 db szakítóvizsgálat elvégzésére került sor. A szakítóvizsgálati eredmények 1-1 szalagra átlagolva (mely tulajdonképpen egy globális

Sorszám	Tekercsazonosító	Hengerlési véghőmérséklet a próbavétel helyén - T_v (°C)	Csévélési hőmérséklet a próbavétel helyén - T_{cs} (°C)
1	D16139	825	625
2	D16140	827	626
3	D16141	824	633
4	D16142	765	608
5	D16143	868	633
6	D16144	821	575
7	D16145	821	676

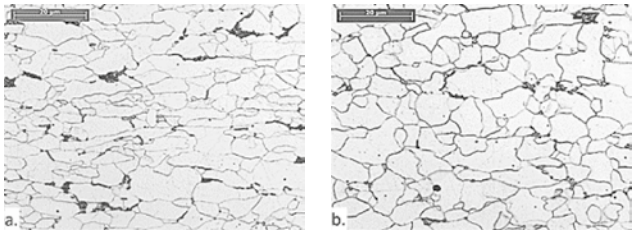
4. táblázat: A kísérleti tekercsek lokális gyártási paraméterei a mintavétel helyén

Sorszám	Tekercs-azonosító	Előlemez-vastagság (mm)	T_v (°C)	T_{cs} (°C)	R_{p02} (MPa)	R_{eH} (MPa)	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	A_{80} (%)	r-érték (-)
1	D16139	22,0	825	625	424	436	412	482	28.8	0.62
2	D16140	26,2	827	626	425	432	410	481	31.4	0.64
3	D16141	32,5	824	633	415	422	399	471	31.6	0.70
4	D16142	26,2	765	608	488	511	482	532	18.8	0.50
5	D16143	26,2	868	633	451	463	436	498	29.4	0.69
6	D16144	26,3	821	575	411	416	396	469	31.0	0.59
7	D16145	26,3	821	676	394	399	377	448	31.9	0.63

5. táblázat: A kísérleti szalagok főbb meleghengerműi adatai, illetve az átlagolt mechanikai tulajdonságok

képet ad a szalag mechanikai jellemzőiről) az **5. táblázatban** láthatók.

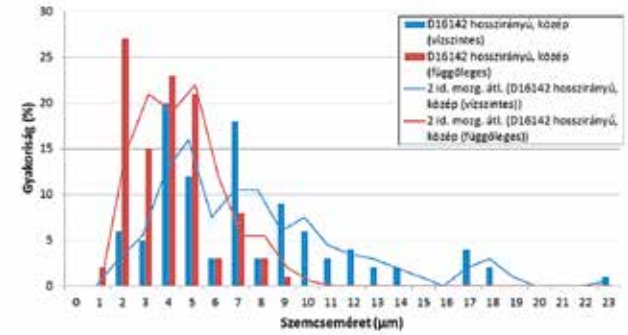
A mérési eredmények alapján egyértelmű, hogy csak a meleghengerlési hőmérsékletvezetés változtatásával a szilárdsági értékekben akár 100 MPa-os eltérések jöhetnek létre. Az eltérések oka a hengerlés utáni szövetszerkezet különbségében rejlik. Annak érdekében, hogy szemléltessük ezt, a 4. illetve a 7. sorszámú kísérlet mintáinak szövetszerkezetét a **1. ábrán** keresztül hasonlítjuk össze.



1. ábra: A 4. kísérleti tekercs (a.) és a 7. kísérleti tekercs (b.) jellemző szövetszerkezete (Marószer: Nital, eredeti nagyítás: 1000x, a kép hossztengelye párhuzamos a hengerlési iránnyal)

A két szövetszerkezeti felvételen látható, hogy a szemcseméretben lényeges eltérés nem mutatkozik, viszont a szemcsék alaki jellemzői lényegesen eltérnek. A csökkentett véghőmérséklettel hengerelt szalag szemcséinek nyújtottsága szemmel láthatóan nagyobb, mint a b. ábra szerinti normál véghőmérséklettel hengerelt szövetszerkezeté.

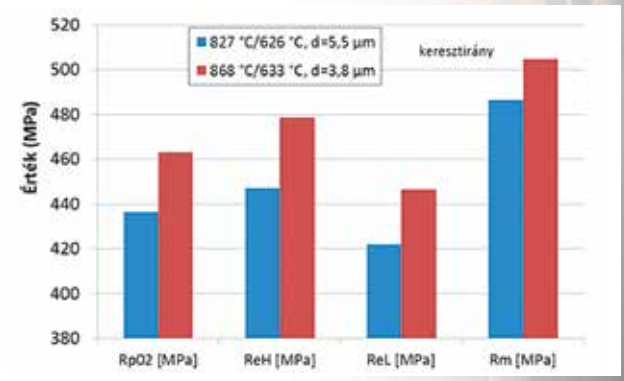
A legnagyobb szilárdsággal a 765 °C-os véghőmérséklet mellett kihengerelt szalag bírt, melynek készsori hengerlése az ausztenit-ferrit átalakulás hőmérséklethatára alatt, a ferrites tartományban fejeződött be. Ezen a hőmérsékleten a szövetszerkezet újrakristályosodása nem, vagy csak részben történik meg, és egy részben alakított szövet kerül felcsévélésre, mely a csévélési hőmérséklettől és a tekercsen belüli pozíciótól függően részlegesen vagy teljesen újrakristályosodik. A szalagot hengerlési irányban jellemző szövetszerkezet szemcseméret-gyakoriság diagramjai a **2. ábrán** láthatók.



2. ábra: A legnagyobb szilárdságot produkáló 4. kísérlet szalagjának jellemző szemcseméret-gyakorisága hosszirányú mintán

A szemcseméret-függvényeken látszik, hogy egy enyhén nyújtott jellegű szövetről van szó, hiszen hengerlési irányban jóval nagyobb szemcseméretek fordulnak elő, mint lemezvastagság irányban. A nyújtottság mellett feltételezhetően a szemcsék diszlokációsűrűsége is nagyobb, mint egy normál hengerlési véghőmérséklettel kihengerelt szalagnál. A technológiai paraméterek közül – a hőmérsékletvezetésen túl – az előhengerelt lemez vastagsága az, aminek a hatását tisztázni szerettük volna. A kísérlethez 32, 26 és 22 mm-es előlemez vastagságú szalagokat hengereltünk. Az adatok tanúsága szerint a növekvő előlemez-vastagság kismértékben csökkenő szilárdsági értékeket eredményez. Ennek oka minden bizonnyal a vékonyabb előlemezhez tartozó nagyobb előnyújtói hengerlési fogyás során intenzívebben képződő nióbiumtartalmú kiválások szilárdságnövelő hatása.

A következőkben a hengerlési véghőmérséklet hatását mutatjuk be. Az összehasonlításhoz a 2. illetve az 5. kísérlet eredményeit használtuk fel.

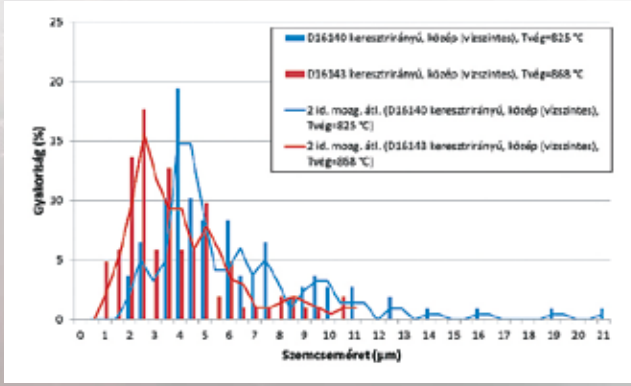


3. ábra: A hengerlési véghőmérséklet hatása a szilárdsági tulajdonságokra keresztirányú mintáknál

A kísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy mindhárom mintavételi irányban a 868 °C-os hengerlési véghőmérséklet nagyobb szilárdsági értékeket produkált, mint a kisebb, 825 °C-os véghőmérséklet. (Terjedelmi okokból itt csak a keresztirányú minták eredményeit mutatjuk be.) Ennek oka a szemcseméret-eloszlás függvényekben keresendő. Ha csak az eloszlások mediánját tekintjük, akkor a 868 °C-on hengersorból kilépő szalag végső szemcseméret-mediánja d=3,8 µm, míg a kisebb hengerlési véghőmérsékletűé kb. 5,5 µm. A kisebb véghőmérséklet feltehetően itt a már részben ferrites szövetnek a durvább szemcsés újrakristályosodását okozta.

Az elemzéseket a csévélési hőmérséklet hatásának vizsgálatával folytattuk. A kísérletek eredményeképp elmondható, hogy a csévélési hőmérséklet 620 °C körüli értékénél legnagyobb a szilárdság, ennél kisebb, vagy nagyobb csévélési hőmérséklet kisebb szilárdsági eredményeket ad. Ez szintén a nióbiumtartalmú kiválások ferritben való képződésének mechanizmusára utal.

A kutatási programot a szemcseméret eloszlásának vizsgálatával folytattuk. Általánosan elmondható, hogy

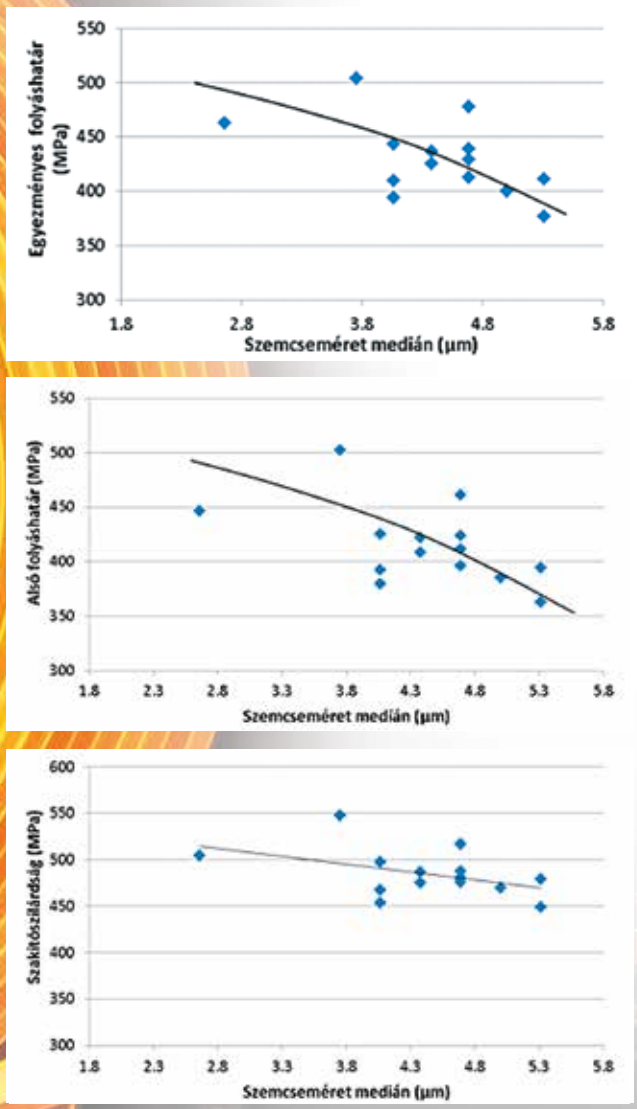


4. ábra: A hengerlési véghőmérséklet hatása a hengerlési irányban mért szemcseméret gyakoriságfüggvényre, keresztirányú mintákon

lemezvastagság irányban a szemcseméret kisebb, mint arra merőlegesen, legyen szó a hengerlési irányban, avagy arra merőlegesen kivett mintákról. Tekintettel arra, hogy a 3 mm-es lemez alakváltozásában a 100-200 µm-es szélső, valamelyest különböző szemcsézetű térfogatrész csak kismértékben játszik szerepet, a mechanikai tulajdonságok és az anizotrópia elemzéséhez a próbatestek közepére elkészült statisztikák elemzésével folytattuk.

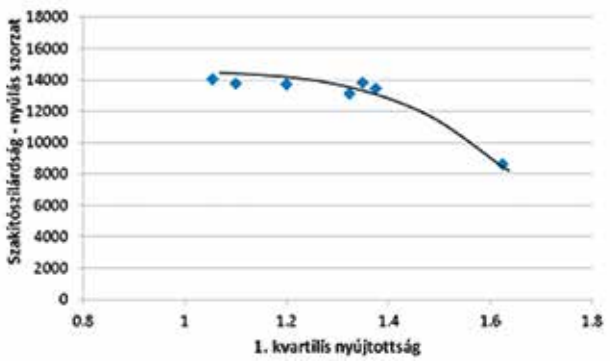
Az egyezményes folyáshatár a szemcseméret mediáncsökkenése mellett nő, mely egybehangzó eredmény a közismert Hall-Petch összefüggéssel [1]. Az alsó folyáshatár és a szakítószilárdság hasonló trendet mutat.

A szemcseméret-eloszlásfüggvény kis szemcseméret tartományban jelentősen meghatározza az anyag képlékeny viselkedését, valamint anizotrópiáját is [2, 3]. Az alábbi diagram a szakítószilárdság-szakadási nyúlás szorzat és a szemcseméret-eloszlás függvény első ¼ tartományában (1. kvartilisig) terjedő szemcsenyújtottság összefüggését



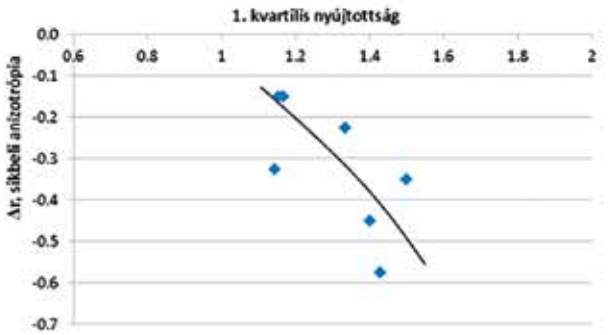
5. ábra: A mechanikai tulajdonságok és a szemcseméret-medián összefüggése

mutatja. Látható, hogy ha a szemcseméret-eloszlásfüggvény alsó ¼-ében nyújtott szemcsék vannak, akkor az alapanyag deformációs energiaelnyelő képessége csökken.



6. ábra: A szemcseméret-eloszlásfüggvény első ¼-ében található szemcsék nyújtottsága és a szakítószilárdság-szakadási nyúlás szorzat közötti összefüggés

A továbbiakban összefüggést kerestünk a szemcseméret-eloszlásfüggvény különböző paraméterei, és a képlékenységi anizotrópia mérőszámai között. A mérőszámok közül egyedül a szemcseméret-eloszlásfüggvény első negyedében található szemcsék nyújtottsága, és a síkbeli anizotrópia között találtuk az alábbi ábrán látható, nem túl erős összefüggést.



7. ábra: A szemcseméret-eloszlásfüggvény első ¼-ében található szemcsék nyújtottsága és a síkbeli anizotrópia közti összefüggés

A mérések adatai alapján a szemcseszerkezet átlagosnál kisebb szemcséinek nyújtottsága van összefüggésben a képlékenységi anizotrópiával és a deformációs energiaelnyelő képességgel. Ha ezek a szemcsék nyújtottak, mind az anizotrópia, mind a deformációs energiaelnyelő képesség csökken.

ÖSSZEFOGLALÁS

A projekt eredményeként egy Nb-mal mikroötvözött HSLA-acéltípus esetén az egyes gyártástechnológiai paraméterek változtatásának hatását összekötöttük a szemcseméret-eloszlásfüggvények jellemzőivel, valamint a mechanikai és anizotrópia-tulajdonságokkal. A projekt keretében elvégzett kísérletek eredményeképp meghatároztuk a felhasználás-specifikus gyártástechnológiai paramétereket, melyek közül néhány az alábbi pontokban olvasható.

1. A lehető legnagyobb szilárdság elérése, egyéb paraméter nem meghatározott:
   22 mm-es előlemez, 770 °C-os hengerlési véghőmérséklet, 620 °C-os csévélési hőmérséklet.
2. A legnagyobb szilárdság mellett a legkisebb anizotrópia:
   26 mm-es előlemez, 820 °C-os hengerlési véghőmérséklet, 620 °C-os csévélési hőmérséklet.
3. A legnagyobb szilárdság mellett legjobb mélyhúzhatóság:
   26 mm-es előlemez, 870 °C-os hengerlési véghőmérséklet, 620 °C-os csévélési hőmérséklet.
4. Egyszerre a legjobb alakíthatóság, legjobb mély- és nyújtvahúzhatóság, a legkisebb anizotrópia mellett:
   26 mm-es előlemez, 820 °C-os hengerlési véghőmérséklet, 670 °C-os csévélési hőmérséklet.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk megköszönni a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar és az ISD DUNAFERR Zrt. duális képzésében résztvevő másodéves BSc-s anyagmérnök hallgatóknak a szövetszerkezeti felvételek értékelésében nyújtott segítségét.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Ganwarich Pluphrach, Somchai Yamsai: Estimation of Ferrite Grain Size and Mechanical Properties of a 22MnVNb6 Microalloyed Low Carbon Cast Steel, Periodica Polytechnica Mechanical Engineering, 62(1), pp. 83-89, 2018

[2] R.Song, D.Ponge, D.Raabe: Mechanical properties of an ultrafine grained C–Mn steel processed by warm deformation and annealing, Acta Materialia, 53(18), pp. 4881-4892, 2005

[3] Camillus Sunday Obayi, Ranna Tolouei, Afghany Mostavan, Carlo Paternoster, Stephane Turgeon, Boniface Adeleh Okorie, Daniel Oray Obikwelu, Diego Mantovani: Effect of grain sizes on mechanical properties and biodegradation behavior of pure iron for cardiovascular stent application, Biomatter, 6(1), e959874(1-9), 2016

Acélipari trendek az éghajlatváltozás mérséklésére

Az acélgyártók szerte a világon olyan alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiákat kutatnak és kísérleteznek ki, amelyek képesek radikálisan csökkenteni az acélgyártás éghajlatváltozással kapcsolatos hatásait. Részt vesznek olyan kezdeményezésekben is, amelyek célja a meglévő technológiák fejlesztése, és az összes acélgyártó ugyanazon szintre, az iparág vezető vállalatainak hatékonysági szintjére hozása.

Az acélipar az utóbbi évtizedekben jelentősen javította energiahatékonyságát és így a kapcsolódó CO_2-kibocsátás intenzitását is. Az acélipar és annak termékei részét képezik a klímasemlegességi stratégiának, azonban a Párizsi Egyezményben vállalt, megfelelő szintű CO_2-kibocsátás-csökkentéshez alapvetően új technológiákra van szükség.

Az acéliparban keletkező szén-dioxid jelentős része a koksz és a szén (karbon), valamint a vasérc nagyolvasztóban történő kémiai reakciójából származik. Ezt az eljárást vasérc-redukciónak nevezik, és eredményeként nyersvasat (közel tiszta vasat) állítanak elő, amelyet később acéllá alakítanak.

Az integrált vas- és acélművek az összes előállított technológiai gázt visszavezetik a termelési folyamatokba, hogy visszanyerjék a hőt, és villamos energiát állítsanak elő, növelve ezáltal a hatékonyságot, csökkentve a külső energiaigényt, és hatékonyan csökkentve az üvegházhatású gázok kibocsátását.

A modern acélművek rendkívül energiahatékonyak és a termodinamikai határaik közelében működnek. A vezető gyakorlatok és technológiák alkalmazása maximalizálja az energiahatékonyságot és minimalizálja a CO_2-kibocsátást. Jelenleg nincs alternatív gyártási eljárás a karbon vas- és acélgyártásban történő felhasználásának helyettesítésére.

TECHNOLÓGIA- ÉS VEZETŐ GYAKORLAT TRANSZFER

A worldsteel-tagvállalatok a megoldás részeként tekintenek a technológia- és vezető gyakorlat transzferre, így az összes nagy acélgyártó vállalatot a lehető leggyorsabban a legjobb kategóriába emelve. A cél a vezető jó gyakorlatok terjesztése, a versenyképesség veszélyeztetése nélkül. A worldsteel tagjai a projektek keretében, szakmai találkozókon és konferenciákon cserélnek információt, valamint szakértői csoportok és bizottságok ülésein az innováció, a technológia, a környezetvédelem, a nyersanyagok minőségének javítása, a termékek fenntarthatósága, valamint a biztonság és az egészségvédelem témájában.

A worldsteel tagjai számára online elérhető benchmarking eszközök állnak rendelkezésre az energiaintenzitás, a CO_2-kibocsátás intenzitása, a megbízhatóság, a folyamatok, a biztonság, az egészség és a fenntarthatóság teljesítményének optimalizálása érdekében. Ezeket a rendszereket a tagok belső benchmarkinghoz használhatják, vagy összehasonlíthatják magukat a társvállalatokkal vagy más gyártóhelyekkel. A vállalaton belül a legjobb működési szint elérése érdekében meghatározzák a hatékony belső folyamatokat, és biztosítják a vállalaton belül ezeknek a vezető

Fordította: FELFÖLDINÉ KOVÁCS ÁGNES fenntarthatósági szakértő, MVAE Forrás: worldsteel.org

gyakorlatoknak az átadását a legjobb működési szint elérése érdekében.[1]

Az adatok felhasználhatók annak megítélésére is, hogy a vállalat teljesítménye milyen az ipar többi szereplőjéhez képest. Ez lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy megállapodás alapján az ismereteket és a gyakorlatokat átadják egymásnak.

AZ INNOVATÍV CO_2-CSÖKKENTÉSI PROGRAM

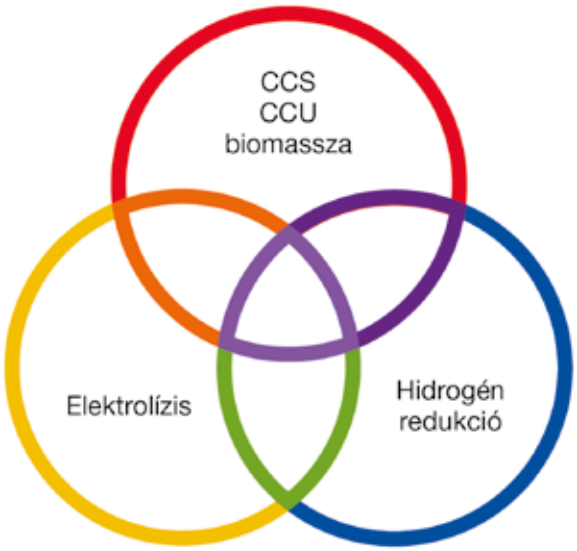
A jelenlegi modern acélüzemek gyakorlatilag a termodinamikai hatékonyságuk határán működnek a meglévő technológiák alkalmazásával. A már elért jelentős energiamegtakarítások mellett a meglévő technológiákkal a szén-dioxid-kibocsátás további jelentős csökkentése nem lehetséges. A Párizsi Egyezményben kitűzött célok elérése érdekében újszerű technológiákat kell kidolgozni az innováció és új termelési folyamatok feltárásával.

Az acélgyártásból származó összes CO_2-kibocsátás drasztikus csökkentése érdekében kulcsfontosságú az innovatív, új technológiák fejlesztése. Ma már a világon sok ígéretes projekt indult el. Egyes projektek a kutatás korai szakaszában, míg mások a kísérleti vagy a demonstrációs szakaszban vannak. Noha céljaik hasonlóak, a megközelítések eltérnek, és az alábbiak szerint osztályozhatók:

- **Hidrogén mint redukálószer:** kihagyja a folyamatból a karbont és hidrogént használ a vasérc redukciójára, ezáltal megakadályozva a szén-dioxid képződését, miközben H_2O (víz) keletkezik.
- **Szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (CCS):** tiszta és koncentrált CO_2-áramot hoz létre, amely összegyűjthető és tárolható.
- **Szén-dioxid-leválasztás és -felhasználás (CCU):** a meglévő folyamatokból származó melléktermék-gázok összetevőit felhasználja üzemanyagok vagy vegyipari alapanyagok előállításához.
- **Biomassza mint redukálószer:** részlegesen helyettesítheti a karbont.
- **Elektrolízis:** csökkenti a vasérc-felhasználást.

Ezen technológiák mindegyikének szerepe lesz a CO_2-kibocsátás csökkentésében, és az alacsony szén-dioxid-kibocsátású társadalom alapvető eszközei lesznek. Nagyobb mértékű megvalósításukhoz azonban nagy mennyiségű, megfizethető tiszta hidrogén, biomassza és villamos energia szükséges, valamint könnyű hozzáférhetőség a CO_2-szállító és -tároló hálózatokhoz, ami a globális energiarendszer alapvető átalakítását vonja maga után.

CO_2-kibocsátás-csökkentés



Az acélgyártás dekarbonizációjának három iránya

[1] *worldsteel.org, Steel by topic section, Technology category, worldsteel.org/steel-by-topic/technology.html*

GLOBÁLIS TECHNOLÓGIAI INNOVÁCIÓS FÓRUM

A worldsteel egy, a 2000-es évek elején létrehozott globális technológiai innovációs fórumot biztosít a tagjai számára. Az áttörést jelentő technológiákkal foglalkozó számos nemzeti és regionális program információt cserél projektjeikről, megosztják a fejlesztéseket, a feltárt hiányosságokat vagy átfedéseket a kutatásban. A különféle regionális programok jelentős ipari szakértelmet igényelnek acélgyártóktól, energiatermelőktől, üzemtervezőktől és berendezésgyártóktól. Fontos szerepet töltenek be szerte a világon a tudományos tapasztalataikkal a kutatási laboratóriumok, egyetemek és tudományos kutatóintézetek.

„STEP UP" PROGRAM A MŰKÖDÉSI HATÉKONYSÁG JAVÍTÁSÁÉRT

Amíg az áttörést hozó technológiákat kifejlesztik, a worldsteel-tagok, akik a globális acéltermelés több mint 80%-át képviselik, továbbra is folyamatosan keresik a hatékonyság növelésének lehetőségeit az energiafelhasználásban és a terméktervezésben. Ezen erőfeszítések előmozdítása érdekében a worldsteel 2019-ben elindított egy új „Step up" nevű programot, amely ösztönzi és segíti az összes tagvállalatot a leghatékonyabb működés elérésében.

A program négy kulcsterületre összpontosít, amelyek képesek az acélművek működési hatékonyságát a legmagasabb szintre emelni. Ez a többlépcsős folyamat, amely a nyersanyagokat, az energiafelhasználást, a termelést és a karbantartást foglalja magában, a gyár működését az acélipar legjobb teljesítményével megegyező hatékonysági szintekre hozhatja.

Kifejlesztettek a vezető gyakorlat alapján egy négylépcsős hatékonysági felülvizsgálati folyamatot, amelyet minden üzemeltető a következő területeket lefedve követ:

Négylépcsős hatékonyság-felülvizsgálati eljárás

Az optimális alapanyagok kiválasztása és felhasználása: A vasérc és a kokszolható szén minősége közvetlen hatással van az energiaintenzitásra és a CO_2-kibocsátásra. Az olyan intézkedések, mint például az érc és a szén dúsítása, a karbonszegény vagy hidrogéntartalmú tüzelőanyagok alkalmazása és a konverterekben a hulladékfelhasználás növelése, csak néhány azon intézkedések közül, amelyek jelentősen javíthatják az üzemi hatékonyságot.

Energiahatékonyság és a hulladék minimalizálása: Az energiahatékonyság az erőforrás-hatékonyság kritikus eleme, és számos tesztelt és bevált javítási intézkedés áll rendelkezésre: hő- vagy energia-visszanyerés szilárd és gázáramokból, koksz szárazoltás, kapcsolt energiatermelő egységek, villamosenergia-megtakarítás (az önellátás érdekében) és még sok más.

Hozamjavítás: A hozamjavítás növeli az acélgyártási folyamatok teljesítményét. Ez közvetlenül kapcsolódik az energiaintenzitás és a nyersanyag-felhasználás csökkentéséhez.

A folyamat megbízhatósága: Az acélgyártó üzemek karbantartási tevékenységének javítása biztosítja a folyamat megbízhatóságát, amely csökkenti a minőségi veszteségeket és a feldolgozási időt, ezáltal az acélgyártás fajlagos energiafelhasználását is.

A vezető gyakorlaton alapuló hatékonysági felülvizsgálati folyamat nyitva áll a worldsteel tagjai számára. A programot 2019-ben kilenc helyszínen tesztelték, majd 2020–2025 között sokkal szélesebb körben terjesztik.

ACÉL
A TÁJ- ÉS KERTÉPÍTÉSZETBEN

A szép kert harmóniát visz rohanó életünkbe.
Pihenést és feltöltődést ígér, értékes én-időt.

FELFÖLDINÉ KOVÁCS ÁGNES fenntarthatósági szakértő, MVAE

Két székesfehérvári kerttervező/tájépítész mérnök hölgy, *Herczegné Ghyczy Zsuzsanna* és *Vojtek Tímea* „szerelemgyerekeként" született meg a CorTárs, a "nemesített rozsda" brand.

Szakmai **ú**tjaikon, nyaralásaik során fedezték fel az új kertépítési anyagok, irányzatok keresése során a tőlünk nyugatra széleskörűen használt corten acélt.

MI A COR-TEN ACÉL?

A COR-TEN acél időjárásálló, nemesített rozsdafelületet képező acélötvözet. Speciálisan kültéri fémfelületek, -eszközök kialakítására fejlesztették ki. A szóösszetétel első tagja, a COR (CORrosion resistance) a korrózióállóságra, míg a második tag, a TEN (TENsile strength) a szakítószilárdságra utal. A corten acél 1932-ben, az USA-ban levédett szabadalom. Korrózióálló képességét speciális ötvözőanyagainak (magasabb foszfor-, réz-, króm-, nikkeltartalmának) köszönheti, s ennek következtében a kertben semmilyen utókezelést (csiszolást, újrafestést) nem igényel.

Paraván

A corten felszínén a légköri nedvesség hatására jön létre az a finom védőréteg, mely az anyagot a további korróziós hatásoktól megvédi. Ez a fedőréteg, amely a felület védelmét biztosítja, az időjárás hatására újra meg újra felépül és megújul. A felszíni patinaréteg sűrűbb szerkezetű és az alapfémhez sokkal jobban tapad, mint a hagyományos rozsda. Nem hatol be a fém belsejébe, hanem néhány mikronos mélységben védőréteget képez, ami az acél belsejébe hatoló korróziót megakadályozza.

A CORTEN ACÉL ELŐNYEI

Meleg hatású, tájba illő földszíneinek köszönheti egyre szélesebb körben történő felhasználását az építészetben és a kertépítészetben világszerte. A corten tárgyak jellegzetes patinája szinte életre kel azáltal, hogy folyamatosan megújítja saját felületét és színeit narancs-barna árnyalatokban.

A cortenből készült tárgyak környezetbarátak, hiszen nem szükséges a felületüket az ellenállóság érdekében horganyozni, lakkrétegekkel kezelni, így nemcsak munkaidő takarítható meg a kertben, de a környezetünk terhelése is számottevően csökkenthető.

További előnyük közterületen, hogy rozsdás felületükből adódóan nem alkalmasak plakátok, ragaszok elhelyezésére, graffitik festésére.

Ezek a természetes folyamatok egy speciális felületkezeléssel jelentősen meggyorsíthatók, így akár pár nap alatt elérhető a kívánt rozsdás hatás.

A cortenacél tárgyak patinájukkal időtlenséget közvetítenek, meleg földszíneik csodálatosan illeszkednek modern és klasszikus stílusú környezetbe egyaránt.

Csupán minimális gondoskodást igényelnek, környezettudatos, hosszú távon problémamentes díszítést adnak. Ennek jegyében készülnek ma növénytartók, kerti paravánok, medencék és egyéb kerti díszek a speciális alapanyagból.

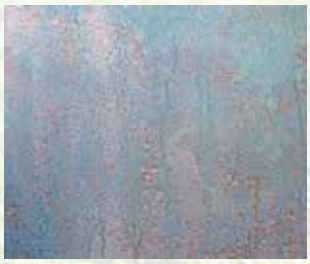
Pöttyös paraván

Kerti dísztárgy

Virágtartó

A PATINA KIALAKULÁSA

Az időjárásálló acélból készülő egyes tárgyak nyers állapotban kerülnek ki a gyártási folyamatból, ezért a kész darabok még nem, vagy csak alig-alig mutatják a végleges, rozsdás hatású felületet. Az optikailag megfelelő felület kialakulása a gyártást követő 2-3 hétben kezdődik meg és hosszú hónapokig eltart.



Felület a patina kialakulása előtt, illetve után

Az „élő” nemes rozsda kialakulásához elengedhetetlen a száraz és nedves légköri viszonyok váltakozása. A patina kialakulása függ a fény- és a hőmérsékleti viszonyoktól is. Minél melegebb és fényesebb helyen áll a corten tárgy, annál világosabb lesz a patina.

A két ambíciózus hölgy tervei között szerepel szegélyek, lépcsők, támfalelemek, vízarchitektúrák tervezése is. A folyamatos fejlesztés alatt álló termékpaletta, az egyedi termékek megmutatják, hogy milyen sok lehetőség rejlik ebben az anyagban.

A CorTárs brand létrejöttével lelkes, fiatal mérnökcsapat tette le a voksát a cortenacél sokoldalú felhasználása mellett, és tudatosan odafigyelnek a folyamatos fejlesztésre.

Saját tervezésű corten kerti eszközeik forgalmazása mellett személyes álmok megvalósítását is vállalják, a tervezéstől a kivitelezésig.

A VILÁG LEGHOSSZABB FÜGGŐHÍDJA KÖTI MAJD ÖSSZE EURÓPÁT ÁZSIÁVAL

Átadásakor, a két tornya között feszülő 2023 méteres távolságnak köszönhetően a Canakkale 1915 a világ leghosszabb függőhídja lesz, 32 méterrel megelőzve az aktuális rekordert, a japán Akashi Kaikyō-hidat. A Canakkale 1915 teljes hossza – a két végén elhelyezkedő viaduktokat is beleértve – 4608 méter lesz.

Fordította: HORVÁTH MÁRTON Forrás: worldsteel.org

2023-ban tervezik az átadását annak a Canakkale 1915 névre keresztelt acélszerkezetű hídnak, mely a Dardanellák tengerszoros átívelésével fogja összekapcsolni az európai és az ázsiai kontinenst.

Törökország ambíciózus infrastruktúrafejlesztési programjának keretében az ország jelentős részén hatalmas alagutak és hidak formálják át a látképet. A Canakkale 1915 ennek a projektnek az egyik ékköve, és a modern török köztársaság századik évfordulójának jelképeként azonosítják.

Az ország észak-nyugati területe már eddig is kimagaslóan fontos kereskedelmi központnak számított, viszont a szárazföldi átjárás Görögország és Bulgária felé kizárólag azon a keskeny szoroson valósulhat meg, melynek közepén Isztambul fekszik.

Törökország gazdasági fejlődésének – amely a mezőgazdaság növekedésének, a kereskedelmi hálózat terjeszkedésének, valamint az ország turizmusa fellendülésének egyaránt köszönhető –, egyik negatív hozadéka, hogy az ország nagyvárosainak környezetében hatalmas népességi, valamint infrastrukturális torlódások jöttek létre.

A személyi, valamint áruforgalomra nézve egyaránt komoly gazdasági problémát jelentő tömörülések orvoslása érdekében a kormány bejelentette Vision 2023 nevű programját, melynek fő célja a közúti, a vasúti, valamint a tengeri kereskedelmi hálózat kapacitásának fejlesztése.

TORONYMAGAS TELJESÍTMÉNY

A függőhíd Canakkale-ban, Törökország észak-nyugati tartományában épül majd meg, és a 320 kilométer hosszú Kınalı-Tekirdağ-Çanakkale-Balıkesir autópálya részét képezve fogja áthidalni a Kis-Ázsia és Kelet-Trákia közt húzódó tengerszorost. A 30 perces komputat, mely jelen pillanatban az egyetlen módja az átkelésnek, kellemes, 10 perces autóút fogja felváltani.

Átadásakor, a két tornya között feszülő 2023 méteres távolságnak köszönhetően a Canakkale 1915 a világ leghosszabb függőhídja lesz, 32 méterrel megelőzve az aktuális rekordert, a japán Akashi Kaikyō-hidat. A Canakkale 1915 teljes hossza – a két végén elhelyezkedő viaduktokat is beleértve – 4608 méter lesz.

A megerősített betonalapon nyugvó struktúrát, amely a közúti futófelületet fogja alátámasztani, hosszanti acélgerendákból építik, melyeket külső konzolokon nyugvó acél keresztgerendákkal kapcsolnak össze egymással.

A 45 méter széles útpálya várhatóan hatalmas személyi, valamint kereskedelmi forgalmat fog lebonyolítani, melyen összesen 6 forgalmi sáv – 3-3 mindkét oldalon –, valamint kettő, a karbantartásokhoz szükséges szervízút kap majd helyet. Az aktuális infrastruktúra-fejlesztés az ország komoly szocio-ökonómiai fejlődését is generálja.

A híd impozáns „tornyai", amelyek hatalmas, 65 ezer tonna tömegű betonalapra épített acélszerkezeteken nyugszanak, 318 méteres magasságba nyúlnak, és ezzel a Cannakale 1915 a negyedik legmagasabb híd lesz a világon.

ACÉLBAN EDZŐDÖTT SZÖVETSÉG

A Cannakale 1915 szerkezetének megépítéséhez összesen 128 000 tonna acélt kell felhasználniuk a szakembereknek. Ez hatalmas vállalkozás egyetlen cég számára.

A rengeteg acélt, melyet a híd megépítése során felhasználnak, egy üzleti megállapodás két résztvevője fogja biztosítani. Ez is tükrözi annak a stratégiai partnerségnek előnyös mivoltát, amely a török Çimtaş Steel valamint a dél-koreai POSCO között jött létre. A szerződés szerint az ebben a megállapodásban résztvevő felek 35 000 tonna acéllemezt fognak szolgáltatni, mely a toronyszerkezetek megépítéséhez szükséges, emellett

52 000 tonna acélt a közúti futófelület kialakításához, valamint 41 000 tonna acélt a huzalrendszer kialakításához, mely a későbbiekben a híd felfüggesztését fogja képezni.

A megszokottakkal ellentétben a Cannakale 1915 projekt egy úgynevezett „design-build" folyamat. Hidak építése során is az a megszokott eljárás, hogy a szerkezet dizájnjának tervezése már megtörténik, mielőtt a befektető cég felkeresi a beszállító és a kivitelező cégeket. Jelen esetben ez a folyamat teljesen szakít a hagyományokkal. A tervezés és a kivitelezés párhuzamosan folyik, melynek egyik szigorú alapkövetelménye, hogy a tervezőknek, a beszállítóknak és a kivitelezőknek szorosan együtt kell működniük a teljes projekt időtartama alatt, a folyamat legelejétől kezdve.

A körülbelül 3 milliárd dolláros befektetéssel szemben nagy elvárásokat támasztanak. A tervek szerint a Vision 2023 program rengeteg új munkahelyet teremt a jövőben, amellyel egész Törökországban, valamint Kelet-Európában is jelentős, pozitív irányú szocio-ökonómiai változások párosulhatnak.

HÁBORÚS EMLÉKEK

A térség az első világháború emlékezetes helyszíne volt. 1915. február 19-től 1916. január 9-ig itt zajlott a gallipoli csata, amelynek során az antant célja az Oroszország felé tengeri utat nyitó Dardanellák ellenőrzés alá vonása, valamint a török fegyverletétel kikényszerítése volt. Az ütközet a szövetségesek teljes kudarcával végződött.

A védelmet Otto Liman von Sanders német tábornok vezette, de a török győzelemben hatalmas érdemeket szerzett a később Kemal Atatürkként ismertté vált Musztafa Kemal ezredes. Kemalnak a partraszállás napján katonáihoz intézett szavai legendássá váltak: „Nem arra utasítalak benneteket, hogy harcoljatok. Azt parancsolom, hogy haljatok meg."

Az antant vereségében a megfelelő haditerv hiánya mellett a katonák tapasztalatlansága, az ellenfél lebecsülése, a terepviszonyok hiányos ismerete és az utánpótlás akadozása is szerepet játszott. A történészek mindkét fél veszteségeit 250 ezresre becsülik.

(Forrás: mult-kor.hu)

FEJLETT ACÉLOK

A CO_2-KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSÉNEK SZOLGÁLATÁBAN

Az új acéltípusok fejlesztése a legkülönbözőbb iparágakban és alkalmazási területek széles skáláján járul hozzá az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez.

Az acél napjaink egyik leghatékonyabb mérnöki szerkezeti anyaga. Ez a kivételesen tartós anyag a leggazdaságosabb módon kínálja az egyik legmagasabb szilárdság-tömeg arányt a legtöbb általános felhasználási cél esetén. Napjainkban hozzávetőlegesen 20 milliárd tonna acél van használatban különböző termékekben és szerkezetekben. Az acél 100%-ban és elvileg végtelenszer újrahasznosítható anélkül, hogy a szilárdsága, alakíthatósága vagy bármely egyéb teljesítmény-mutatója romlana. Többek között ezért marad az acél az építőipar és a gyártás egyik legjelentősebb alapanyaga világszerte. Az acél tervezhető módon képes biztosítani nemcsak a szilárdsági és tartóssági, hanem az újrahasznosítási elvárásokat is.

A nagy teljesítményű, fejlett acélok új típusai a gépjárműgyártók számára egyszerre könnyebb, erősebb, biztonságosabb és üzemanyag-takarékosabb járművek gyártását teszik lehetővé. Az acél jelentős előnyöket kínál a szélturbina-tornyok felépítményében alkalmazva is, elsősorban szilárdsága és szívóssága miatt, de a környezeti hatások minimalizálásában is kulcsszerep hárul rá, hiszen végtelenszer újrahasznosítható. Az új acélok lehetővé teszik a tervezők számára, hogy kevesebb anyagot használjanak anélkül, hogy a szerkezet teljesítményét tekintve kompromisszumot kellene kötniük. Az acél többek között olyan innovatív technológiák megvalósíthatóságához is hozzájárul, amelyek az épületek energiafelhasználásának csökkentését teszik lehetővé.

Napjainkban hozzávetőlegesen 20 milliárd tonna acél van használatban különböző termékekben és szerkezetekben.

Az új acélok egy sor hagyományos anyag kiváltására alkalmasak. Ez a legtöbb esetben jelentősen hozzájárul az adott alkalmazás teljes életciklusra vetített üvegházhatásúgáz-kibocsátásának csökkentéséhez. A továbbiakban néhány példán keresztül igyekszünk bemutatni azt, hogy a fejlett acélok alkalmazása a mindennapi életünkben hogyan járul hozzá a CO_2-kibocsátás csökkentéshez egy adott termék teljes életciklusa alatt.

ACÉL A KÖZLEKEDÉSBEN

- A vasúti szállításhoz acélra van szükség mind a szerelvények, a sínek, mind a kapcsolódó infrastruktúra tekintetében. Rövid vagy közepes távolságokon a vasút az utazási időt és az utas-kilométerenkénti CO_2-kibocsátást alapul véve szinte az összes többi közlekedési módhoz képest a legversenyképesebb.
- Évente kb. 90 millió gépkocsi készül világszerte. Átlagosan kb. 900 kg acélt használnak fel minden egyes gépkocsi előállításához. A teljes autóipari szektor ennek megfelelően mintegy 80 millió tonna acélt használ fel évente. Szinte az összes új gépkocsi fejlett, nagy szilárdságú (AHSS) acélok fel-

Fordította: PORTÁSZ ATTILA technológiai szakértő, MVAE Forrás: worldsteel.org

használásával készül. A mai járművek tömegének több mint felét az acél teszi ki. Az AHSS-acélok használata jelentősen csökkenti a gépkocsik tömegét, ezzel együtt fokozza a biztonságot, lehetővé téve üzemanyag felhasználás csökkentésre optimalizált járművek tervezését.

- A konvencionális acélminőségek helyett az AHSS-acélok használata lehetővé teszi a gépjárműgyártók számára, hogy 25-39%-al csökkentsék a gépkocsik tömegét azáltal, hogy az egyes szerkezeti elemek vékonyabb lemezekből készülhetnek. Egy tipikus 5 személyes autó esetén ez 170-270 kg-os súlycsökkenést jelent, aminek köszönhetően a jármű a teljes életciklusa során kb. 3-4.5 tonnával kevesebb üvegházhatású gázt bocsájt ki. Ez több, mint a felhasznált acél előállítása során kibocsátott szén-dioxid.

ACÉL AZ ENERGIATERMELÉSBEN

Függetlenül attól, hogy az energia fosszilis, nukleáris vagy megújuló forrásból származik, előállítása és elosztása acélra épül. Acélt használnak a villamos távvezeték oszlopokhoz, tengeri olajfúró platformok építéséhez, vízerőművek beton gátjainak megerősítéséhez. A generátorok, transzformátorok és villanymotorok nem működhetnének speciális mágneses tulajdonságokkal rendelkező elektrotechnikai acélok nélkül. Az acél ugyancsak alapvető szerepet játszik a napenergia elektromos árammá történő átalakításában vagy a fűtéshez felhasznált forró víz előállításában. Szolár és termál panelek szerkezeti elemei, szivattyúk, tartályok és hőcserélők készülnek belőle. Az acél a legújabb fejlesztésű hullám és árapály erőművek szerkezeti elemeinek is a legfontosabb alapanyaga.

Az acél olyan széles körben használt anyag a modern szerkezetekben, hogy hajlamosak vagyunk sokszor megfeledkezni arról, hogy a tervezési feladatok a megszokott hatékonysággal nélküle elképzelhetetlenek lennének. Kiváló példa erre a szélturbinákhoz szerte a világban használt cső alakú acéltornyok. Általában a magasabb tornyok jobb energiahatékonyságot jelentenek, mivel az átlagos szélsebesség a magasság növekedésével fokozódik.

Az ilyen tornyok építésénél használt új acélok sokkal jobb szilárdság / tömeg arányt biztosítanak, mint más anyagok, aminek köszönhetően úgy emelhetünk magasabb tornyokat, hogy sokkal kisebb feszültség terheli a szerkezet, mintha hagyományos acélból készült volna. A kisebb tömeg lehetővé teszi, hogy a tornyok akár 30 méteres előszerelt szekciókból épüljenek fel a kivitelezés helyszínén. A

folyamatban lévő kutatások még erősebb acélok kifejlesztését célozzák, aminek köszönhetően a tornyok tömege minimalizálható. A fejlesztéseknek köszönhetően a tornyok 1 kW-os teljesítményre vonatkoztatott fajlagos tömege 50%-al csökkent csak az elmúlt 10 évben. Egy tipikus modern szélturbina torony jellemzően 70 méter magas és mindössze 140 tonnát nyom. Minden egyes új torony felépítése során a modern alapanyagnak köszönhetően a fel nem használt acél 200 tonnával kevesebb CO_2-kibocsátást jelent és ez csak az elmúlt 10 év fejlesztéseinek eredménye.

ACÉL AZ ÉPÜLETEKBEN ÉS AZ INFRASTRUKTÚRÁBAN

Az acél felhasználási lehetőségei az épületekben és az infrastruktúrában gyakorlatilag végtelenek. Gondoljunk csak a betonacélokra, a tartószerkezetekhez használt alakos szelvényekre, a tetőszerkezetre és a szigetelő panelokra, a hűtő- és fűtő berendezésekre vagy olyan belső szerelvényekre, mint a korlátok, lépcsők, polcok.

Az új acélokat a modern szolár fűtési rendszerekben is alkalmazzák nagyobb épületek és raktárak esetén. Jó példa a

kanadai SolarWall® légfűtési rendszer, melyet nemrégiben telepítettek az Egyesült Államok egyik katonai bázisán, a cél több mint 1800 tonna CO_2 megtakarítása évente, ez 46000 GJ-nak megfelelő fűtőértékű tüzelőanyag megtakarítást jelent.

Egy másik újszerű megoldás az ArcelorMittal által fejlesztett Arsolar napelemes speciális acél tető rendszer. Minden horganyzott acél modul fotovoltaikus szendvicspaneleket tartalmaz. A rendszer minden 45m²-e 30 tonna CO_2-kibocsátás megtakarítását eredményezi.

A fejlett acélok az infrastruktúrafejlesztés egyéb területein is jelen vannak a hidaktól az építőipari gépeken át a tartályokig, nyomástartó edényekig.

ACÉL A HAJÓGYÁRTÁSBAN

A hajótestek építéséhez hagyományos szerkezeti acéllemezeket használtak a közelmúltig. A fejlett acélok növelt szilárdsága és szívóssága sokkal kedvezőbb például hatékony, nagy konténerszállító hajók építéséhez. Acélból készült hajókkal végzik a világ teljes áruszállításának 90%-át. Becslések szerint 17 millió konténer alkotja a globális konténerflottát, melynek a döntő többsége ugyancsak acélból készült.

Egyes korrózióállóságra optimalizált nagyszilárdságú acéllemezek ideálisak olajszállító tankerek építéséhez. Ezek a fejlett acéltípusok lehetővé teszik a korábbiaknál sokkal könnyebb vagy azonos tömeg mellett nagyobb kapacitású hajók építését, jelentősen hozzájárulva ezzel az üzemanyagmegtakarításhoz ezzel együtt természetesen a CO_2-kibocsátás csökkentéshez.

A fentiek csak néhány példa a korszerű acélok mindennapi környezetünkben történő felhasználására. Ne legyen kétsége az olvasónak, rengeteg egyéb van még. A számtalan különböző fejlett acéltípusban egy feltétlenül közös, mégpedig az, hogy kifejezetten speciális felhasználási célokhoz igazított egyedi jellemzőkkel bírnak.

AZ ÉLETCIKLUS-SZEMLÉLETŰ MEGKÖZELÍTÉS (LCA) FONTOSSÁGA

Első pillantásra azt gondolhatnánk, hogy érdekes alternatívát nyújthatnak az acélnál könnyebb anyagok, mint az alumínium, a magnézium vagy a műanyag a fenti alkalmazásokra. Ha azonban egy anyag teljes életciklusát figyelembe vesszük, az acél szilárdsága, tartóssága, újrafeldolgozhatósága, ára és sokoldalúsága miatt rendkívül versenyképes.

Az acél végtelen életciklusa

Az üvegházhatású gázkibocsátás mérlegelésekor kulcsfontosságú tényező az anyag valódi környezeti hatásának megértése, ez tulajdonképpen az LCA. Az életciklus szemléletű megközelítés figyelembe veszi az anyag előállítása, felhasználása és élettartamvégi újrahasznosítása (vagy ártalmatlanítása) során keletkező emissziót. Ilyen megközelítésben az acél versenyképessége vitathatatlan.

A levegő szén-dioxidját köti meg egy új, acélból készült szerkezet

A Climeworks névre keresztelt projekt egy olyan tároló létesítményt takar, melyet Izland egyik eldugott részén helyeztek üzembe, és ami az atmoszférából von el, majd tárol szén-dioxidot biztonságosan, a föld alatt.

Miközben a Földön megtapasztalható az az általánosnak nevezhető folyamat, melynek során egyre inkább csökken a fosszilis tüzelőanyagok használata, a légkörben jelen lévő szén-dioxid megnövekedett mennyisége még mindig hatalmas problémát jelent.

Régóta folyik egy olyan dekarbonizációs technológia kifejlesztése, melynek segítségével hatékonyan tudnánk megkötni a levegőben található szén-dioxidot, és úgy tűnik, hogy a Climeworks mérnökei találtak egy potenciális megoldást erre a problémára. Ez a vállalat ugyanis az első, ahol kereskedelmi forgalomba hozható készüléket helyeztek üzembe, mely képes a környezetéből CO_2-t elvonni. Ebben pedig az acél is kulcsfontosságú szerepet kapott.

A Climeworks tesztüzemének egy földrajzilag abszolút kitett, távoli, valamint extrém éghajlati körülményektől kicsit sem idegen tájon kell üzemelnie. A szakemberek ezért az acél mellett döntöttek, amikor kiválasztották az anyagot, amelyből felépíthetik a szerkezetet. A acél tartósságának, valamint korrózió elleni ellenálló képességének köszönhetően tökéletes választásnak bizonyult.

A hatalmas létesítmény, valamint a létesítmény fő alkotórészei, vagyis azok a sugárhajtóművekkel szinte megegyező szerkezetek, melyek a szén-dioxid megkötését végzik, közel teljes mértékben acélból, s nagyrészt rozsdamentes acélból készülnek.

A szén-dioxid-gyűjtő cellák rengeteg különféle dizájnban készültek el, mire a mérnökök kialakították a jelenlegi, leghatékonyabb formát. A szerkezet legfőbb alkotóelemei azonban azok a hatalmas ventilátor-lapátok, amelyek a környező levegőt a cellákba terelik, ahol ezután megtörténik a molekulák szétválasztása speciális, kifejezetten erre a célra kialakított szűrők segítségével.

Amikor a szűrők megtelnek szén-dioxiddal, azokat lezárják, majd 100 Celsius fok környékére hevítik. Az eljárás során a szén-dioxid elválik a többi, a szűrőben lévő molekulától. A koncentrált szén-dioxidot ezután speciális tárolókban gyűjtik össze és hasznosítják újra, vagy a föld alatt, elzárva tartják.

A gázt sokféle módon lehet újrahasznosítani, többek között a mezőgazdaságban vagy az élelmiszeriparban, szénsa-

Fordította: HORVÁTH MÁRTON Forrás: worldsteel.org

vas termékek készítéséhez használják. A Climeworks svájci központjában például közeli üvegházakban használják, de a vállalatnak megállapodása van a Coca-Colával is.

MEGMENTENI A BOLYGÓT

A cég egyik innovatív ötlete, hogy a begyűjtött szén-dioxidot bazalt kőzetbe pumpálja, ahol rövid időn belül kikristályosodik, így évezredekig tárolódik biztonságosan a földkéregben. A Climeworks ezzel a szolgáltatással segítene olyan iparágakat és kormányokat melyek célja, hogy csökkentsék a szén-dioxid-kibocsátást.

Az izlandi tesztüzemben már évek óta kísérleteznek szén-dioxid-kristályosítással, és a cég mára már több mint 50 tonna szén-dioxidot tárol biztonságosan, de ahhoz, hogy több üzem telepítésével tudják csökkenteni kiadásaikat, a Climeworks-nek stabil piacra és növekvő keresletre van szüksége.

Jelen pillanatban az energiaszolgáltatók, valamint a legnagyobb szén-dioxid-kibocsátó országok kormányai nem mutatnak különösebb érdeklődést a negatív emissziós technológia iránt – ennek oka főként a technológia költségigénye –, de a Climeworks ennek ellenére folyamatosan dolgozik azon, hogy csökkentse az egy tonna CO^2 megkötéséhez szükséges költségeket.

Manapság egy tonna szén-dioxid megkötésének és tárolásának költsége magas, körülbelül 500-600 dollár tonnánként, de a cég elkötelezett, és céljuk, hogy ezt a költséget 100 dollárra csökkentsék mindössze öt éven belül.

A jelenlegi technológiai fejlődés mellett a napenergia hasznosításának költsége az egy századára csökkent ahhoz képest, amennyibe 50 éve került, a szélenergia pedig ötvened részre esett vissza. E mutatók mellett a cég ambíciója egyáltalán nem alaptalan, és reális esély van a költséghatékonyabb technológia kifejlesztésére adott időn belül. Amennyiben a jelen tendenciák folytatódnak, és egyre nagyobb teret nyer a megújuló energiaforrások használata, úgy az acél is mind jelentősebb hányadot fog nyerni ezeknek a projekteknek a megvalósításában.

ACÉL
A TERMÉSZETBEN

Tatabánya felett, a Csúcsos-hegyen magasodik az egykor Bányász-kilátónak nevezett építmény, mai nevén a Ranzinger Vince-kilátó.

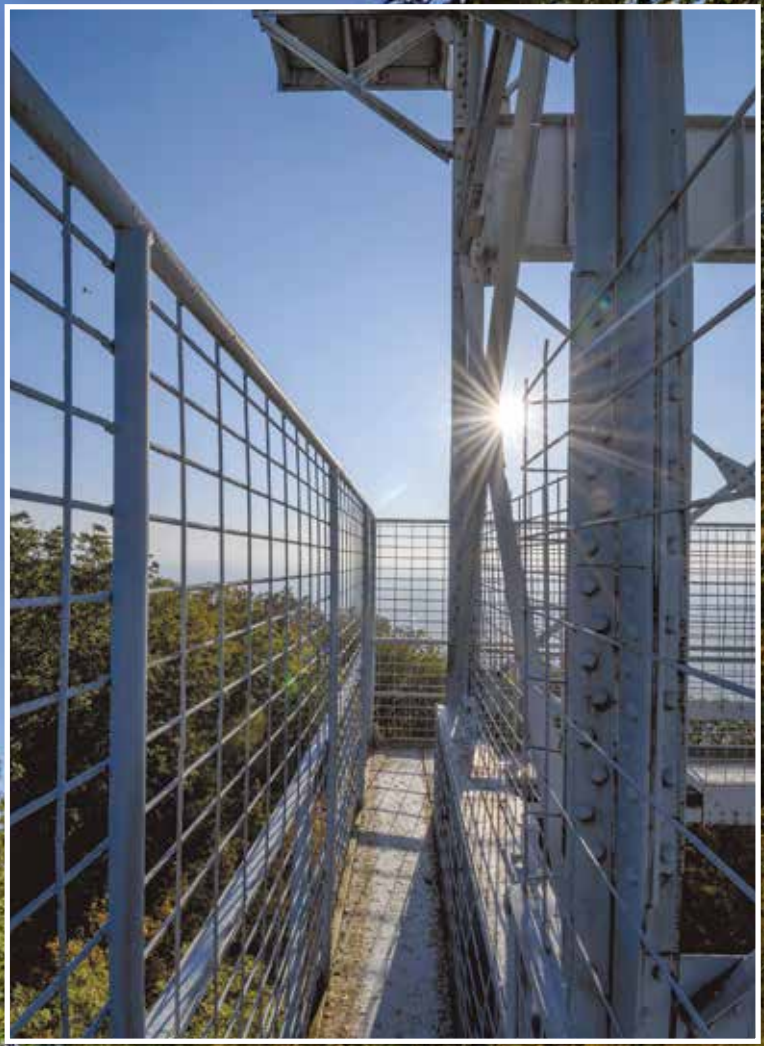
Az 1980-ban felállított acélszerkezetű kilátó a tatabányai szénbányászat egykori XII-es aknájának felvonó-szerkezetéből készült, és az 1978. február 16-án bekövetkezett bányász-szerencsétlenségben elhunyt bányászoknak állít emléket. A sújtólégrobbanás miatti tragikus balesetben annak idején huszonhat bányász veszítette életét.

A kilátó mai formáját 2008-ban egy nagyszabású felújítás során nyerte el, amikor is szerkezeti és biztonsági megerősítés után adták át újra a nagyközönségnek. A környékbeliek egyik kedvenc kirándulóhelyén álló kilátó azóta Ranzinger Vince (1856-1933) nevét viseli. A néhai bányamérnök, a Magyar Általános Köszénbánya Részvénytársulat tatabányai bányaigazgatója nevéhez számos műszaki megoldás, – többek között az iszapolásos fejtési technológia bevezetése fűződik –, amelyek megalapozták a tatabányai szénbányászat fejlődését.

A 30 méter magas kilátószerkezetet 156 lépcsőfokát megmászva tiszta időben csodálatos panoráma tárul a szemünk elé. Délnyugati irányba tekintve Tatabánya városára látunk rá, észrevehetjük az Öreg-tavat a partján álló várral. A tatai vár vonalában tovább szemlélődve Vértesszőlős, majd Komárom tűnik fel. Láthatjuk Oroszlány és Óbarok településeket, valamint a Gerecse-hegység erdőségeit is.

Érdemes felfedezni a környék többi látnivalóját is, hiszen néhány kilométeren belül megtalálható a Gerecse Kapuja Látogatóközpont, a Turul-emlékmű, a Szelim-barlang és a tatabányai Szabadtéri Bányászati Múzeum is.

SZILÁGYI IRÉN Fotó: NÉMETH ZSOLT



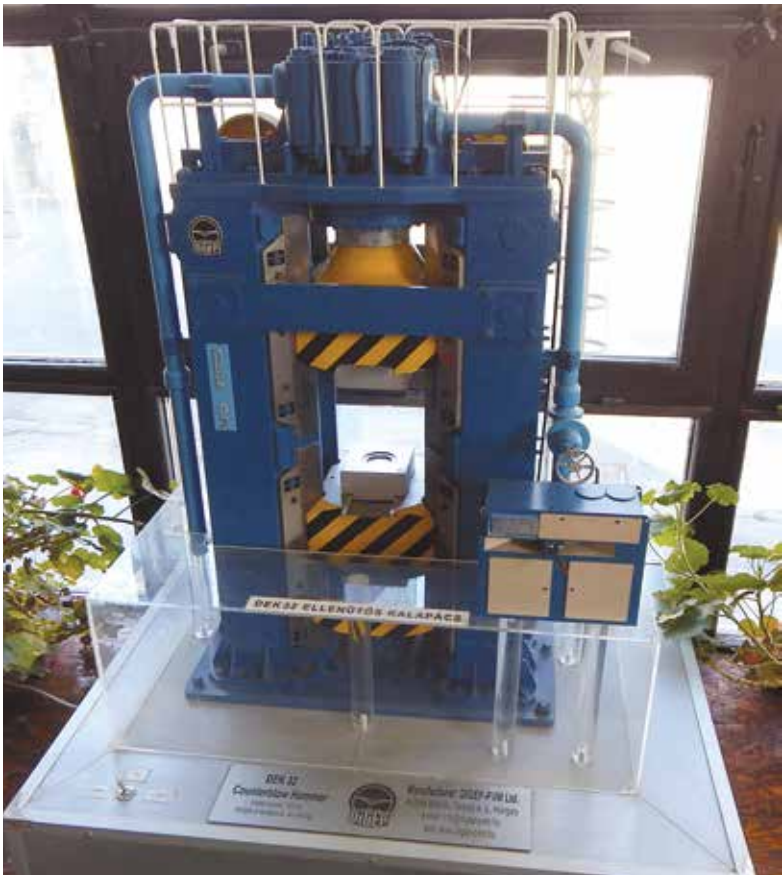
Egy értékmentő civil szervezet mindennapjai

Több évszázados múltra visszatekintő szakmánk, a kohászat egyik legfontosabb, értékőrző civil szervezete a miskolc-diósgyőri székhelyű Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány. Tekintettel a diósgyőri vasgyártás alapításának 250. évfordulójára, örömmel mutatjuk be a szervezet munkáját.

SIPOS ISTVÁN, SIMON ISTVÁN, HARCSIK BÉLA, Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány

A közhasznú civil szervezetet 2006-ban magánszemélyek és gazdasági társaságok hozták létre. Az Alapítvány célja a magyar, kiemelten az északkelet-magyarországi ipari kultúra, elsődlegesen a kohászati, gépészeti és bányászati tevékenység iratainak, dokumentumainak, egyes termelőeszközeinek felkutatása, megszerzése, rendszerezése, az arra illetékes szervezeteknek való átadása, és ezáltal a magyar kulturális örökséghez való csatolása. Tevékenységi körükbe tartozik a felkutatott adatok, tárgyak megőrzése, állagmegóvása, és eseti vagy állandó tárlatok szervezésével a közönségnek történő bemutatása a 3535 Miskolc, Bartók Béla u. 1. szám alatt működtetett Ipartörténeti Emlékházban. Emellett hagyományápoló rendezvények, konferenciák, fesztiválok szervezése és ipartörténeti kiadványok, könyvek megjelentetése is része az alapítvány mindennapi munkájának. Ezen tevékenységek révén egyaránt megvalósul a szervezet munkájában az ismeretterjesztés, a kulturális tevékenység és a kulturális örökség megóvása.

Az elmúlt évtizedek során Északkelet-Magyarországon is megszűntek a nagy hagyományokkal, gyártási tapasztalattal, értékes dokumentumokkal, technológiákkal rendelkező gyárak, üzemek. Jelenleg közvetlen ipartörténetet bemutató, a régió tárgyi emlékeinek meg-



DIGÉP gyártású ellenütős kalapács modellje

A Diósgyőri Kohászat emléktárgyai

őrzésére összpontosító fórum nagyon kevés van. Az Alapítvány célul tűzte ki, hogy a még fellelhető értéket képező, szellemi és fizikai valóságában meglévő kisebb termelőeszközöket (maketteket, szerszámokat stb.), műszaki dokumentációkat és egyéb ipartörténeti kordokumentumokat megmentse és bemutassa a civil érdeklődőknek, illetve szakmai feldolgozásra kínálja fel azokat szakembereknek.

Az Alapítvány alapítói, kuratóriumi tagjai, támogatói és önkéntes aktivistái mindannyian az Északkelet-Magyarországi régió iparvállalatainak egykori munkatársai, akiknek szoros kötődésük van ezekhez a vállalatokhoz.

AZ IPARTÖRTÉNETI EMLÉKHÁZ

Alapvető tevékenységünk a kulturális örökség védelme, ezen belül az ipari műemlékek védelmével kapcsolatos feladatok ellátása. Olyan, ipari tevékenységhez kapcsolódó épület, épületegyüttes, ipari termeléshez tartózó berendezések, gépi felszereltség, iparrégészeti emlékek felkutatása, amelyekben, illetve amelyekkel jelenleg nem folyik ipari tevékenység, de ezt megelőző időben az adott térség történetében, ipari termelésében jellegzetes szerepet játszottak.

Az Alapítvány életében jelentős változást hozott, amikor Miskolc MJV Önkormányzatától 2008-ban megkaptuk azt a Bartók Béla úti ingatlant, ahol egy Ipartörténeti Emlékházat rendeztünk be, amely egyúttal az Alapítvány székhelye is. A kiemelt turisztikai környezet, a Diósgyőri Várhoz vezető utca menti elhelyezkedés pozitív hatásának köszönhetően is az emlékház látogatottsága folyamatosan növekszik. Az emlékház látogató-forgalma erősíti Miskolc idegenforgalmi látogatottságát, miközben hűen mutatja be a város legjelentősebb ipartörténeti örökségét.

Az emlékházban a Diósgyőri Kohászat, a Diósgyőri Gépgyár és a diósgyőr-vasgyári kolónia ipari és kulturális örökségét mutatjuk be. Itt folyik az ipari örökségi anyagok gyűjtése, feldolgozása és a nagyközönség részére történő bemutatása. A 2008-ban megkapott és 2013-ban jelentősen kibővített emlékházban lehet megtekinteni a gyárakból összegyűjtött üzemi dokumentumokat, fényképeket, festményeket, könyveket, rajzokat, műszereket, a gyártott termékeket, a berendezések működő makett-

Faminta-nyilvántartó könyv

jeit, elismeréseket és sok-sok egyéb, az ipari örökséggel összefüggő anyagot. Jelenleg hét helyiségben, 210 m^2-en működik az állandó kiállítás, amelyet a jövőben bővíteni szeretnénk.

A kiállítás népszerű a látogatók körében, évente mintegy 1000 vendég keresi fel és eddig 20 országból érkeztek látogatók. Az emlékházat a város nehézipari üzemeinek volt dolgozói, családtagjaik, középiskolások és a Miskolci Egyetem hallgatói, hazai és külföldi turisták is nagy érdeklődéssel keresik fel.

FAZOLA NAPOK, SZÍNES PROGRAMOKKAL

Az Alapítvány legjelentősebb rendezvénye az alapítás óta – 2019-ig minden évben, összesen – tizenhárom alkalommal megrendezett Fazola Henrik gyáralapító tiszteletére megrendezett Fazola Napok. A rendezvény hagyományápoló jelleggel mutatja be a 250 éves ipari örökséget, emellett segíti Miskolc újraiparosítási programját. A kétnapos rendezvény számos programot foglal magában: tudományos ülésre, kiállításmegnyitókra, ünnepi szakestélyre kerül sor ilyenkor, emellett Újmassán, az egykori gyáralapító fia, Fazola Frigyes által épített Őskohó környezetében szabadtéri fesztivált szervezünk ipari örökségi és kulturális programokkal. A hagyományápoló programok, például látványcsapolás, tiszteletbeli kohászavatás, interaktív formázási és öntészeti, hengerlési és kovácsolási, múzeumpedagógiai és népi kismesterségek bemutatói mellett sor kerül sikeres miskolci vállalkozások bemutatására, környezetvédelmi programokra, az ifjúságnak szóló ismeretterjesztő és szórakoztató programok, illetve erdei iskola szervezésére is. A fesztivál fő célja, hogy a fiatalok érdeklődését újra felkeltsük a műszaki pályák iránt.

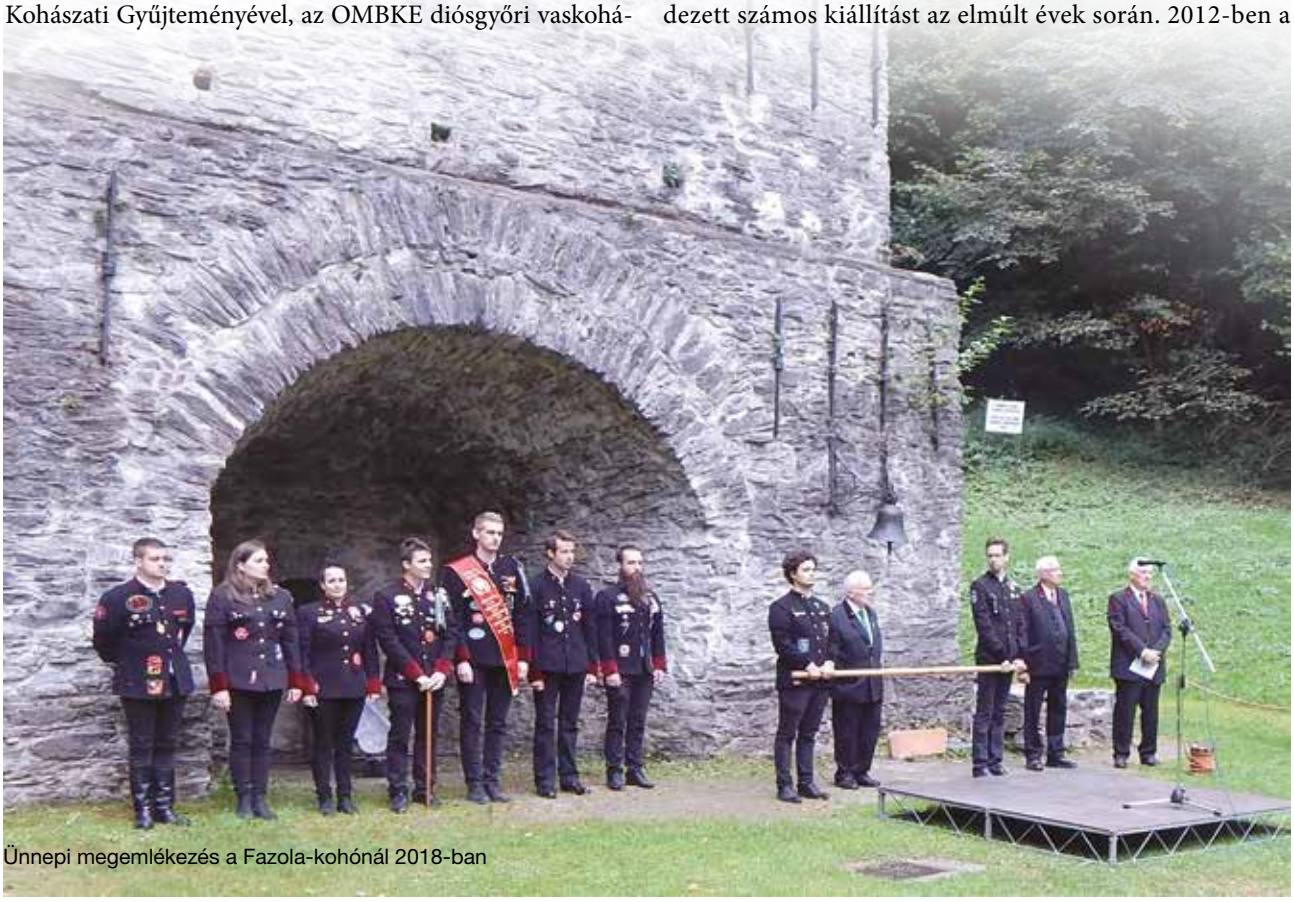
A rendezvényt minden évben az Alapítvány a MMKM Kohászati Gyűjteményével, az OMBKE diósgyőri vaskohászati és öntészeti helyi szervezeteivel, a Miskolci Egyetemmel, az Északerdő Zrt.-vel és más partnerekkel együttműködve szervezi meg. A Fazola Fesztivál Miskolc életében is jelentős esemény, évente 3-5000 látogató keresi fel.

AZ ÍROTT SZÓ EREJE

Az Alapítvány aktívan részt vesz a műszaki-ipartörténeti könyvkiadás szervezésében, illetve támogatásában is. Ilyen projekt volt például a Tanulmányok Diósgyőr történetéhez című könyvsorozat keretében megjelent, a Diósgyőri Gépgyár történetét feldolgozó kötet kiadása, vagy a Boros Árpád nyugalmazott gazdasági igazgató által írt, a Diósgyőri Vasgyár történetét feldolgozó (összesen tizenkettő), könyvek, képeskönyvek kiadása. Folyamatos munkánk a régió ipartörténetét bemutató könyvek, kiadványok költségeinek fedezéséhez adományok gyűjtése.

MESÉLŐ TÁRGYAK, DOKUMENTUMOK

Az Alapítvány az emlékházon kívüli helyszíneken is rendezett számos kiállítást az elmúlt évek során. 2012-ben a



Ünnepi megemlékezés a Fazola-kohónál 2018-ban

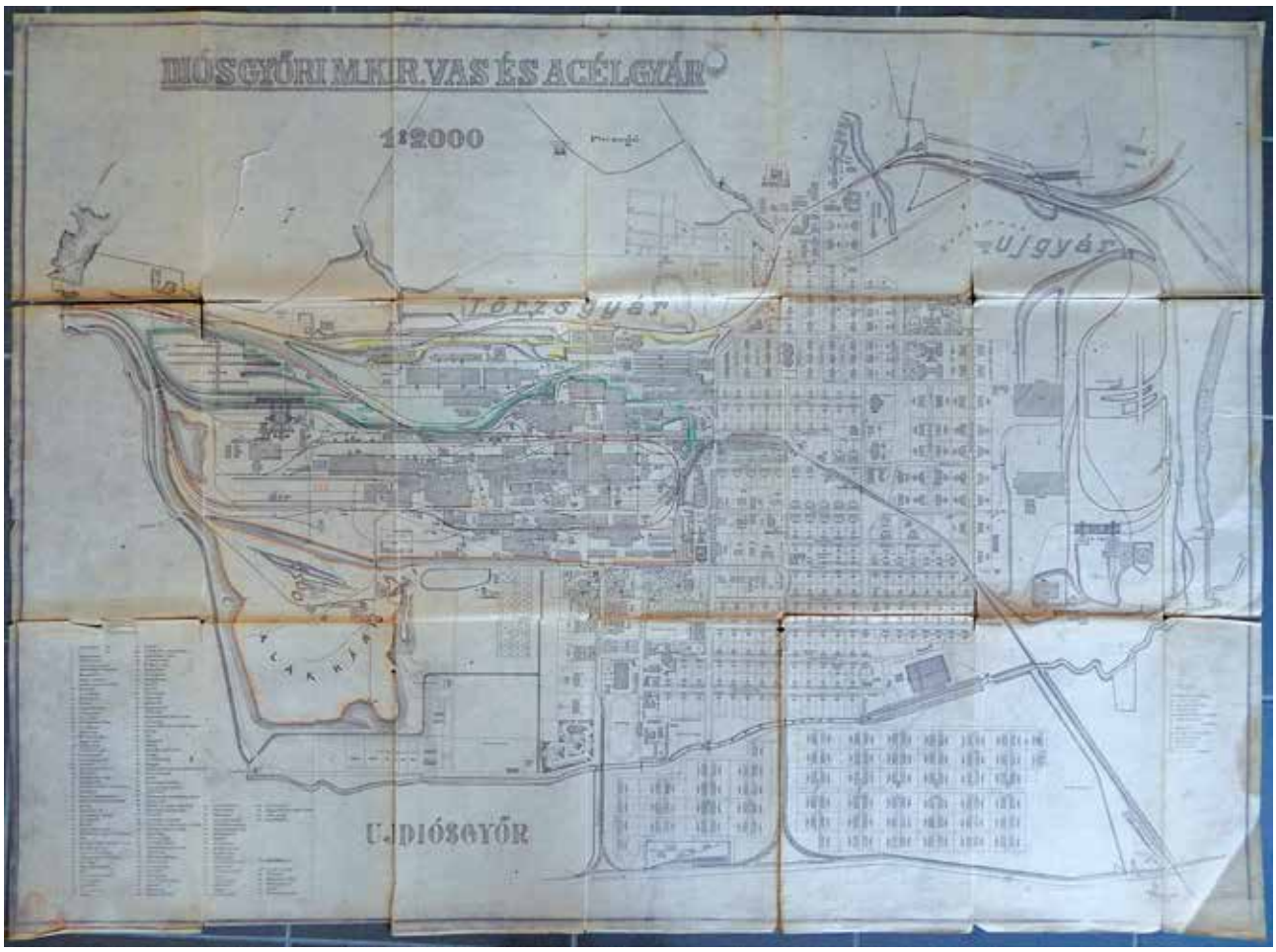
DIGÉP gyártású dízelmotoros targonca modellje

Diósgyőri Gimnáziumban „A Diósgyőri Gépgyár közös örökségünk” címmel rendeztünk kihelyezett kiállítást. 2013-ban a Közép-európai Ipari Örökség Útja Egyesület által szervezett „Borsod 2050” című tanulmány-kiállításhoz kapcsolódó műhelybeszélgetéseken aktívan részt vettünk. A Diósgyőri Gépgyár területén több alkalommal rendeztünk kihelyezett kiállítást. Az utóbbi években MMKM Kohászati Gyűjteményével közösen részt vettünk a Múzeumok Éjszakája miskolci rendezvényén. 2016-2017-ben a Retörki (Rendszerváltás Történetét Kutató Intézet és Archívum) által szervezett beszélgetéssorozat alapján megjelent „Az Acélváros végnapjai” könyv létrejöttét aktívan segítettük. 2017-ben a Miskolc Város Közoktatásáért Közalapítvány fenntartásában működő Célpont Közösségi Tér az önkormányzattal szoros együttműködésben rendezett helytörténeti vetélkedőt középiskolások számára, Miskolc vaskohászatának 250 éves múltja előtt tisztelegve. Ennek a vetélkedőnek a szervezésében szintén részt vettünk. 2018-ban a Herman Ottó Múzeummal és az Északkeleti Átjáró Egyesülettel közösen megrendeztük az „Amikor még fújt a gyár” című időszaki kiállítást. Idén július 28-án Miskolc-Ómassán a Fazola Henrik által épített első faszenes nagyolvasztó emléktáblájánál koszorúzási megemlékezést szerveztünk a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjteményével és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület helyi szervezeteivel közösen, a 250 éves diósgyőri vasgyártás emlékére. A jubileum tiszteletére alkalmi bélyegívet adtunk ki.

PÁLYÁZATOK, ELISMERÉSEK

A Nemzeti Civil Alapprogram (NCA) és a Nemzeti Együttműködési Alap (NEA) pályázati kiírásaira az elmúlt tíz évben 18 pályázatot adtunk be, melyekből három alkalommal nyertünk, összesen 870 000 Ft támogatást. A miskolci önkormányzat Idegenforgalmi, valamint Kulturális Mecénás Alapjától, és az alpolgármesteri támogatásokból rendszeresen kaptunk támogatást a Fazola Fesztivál megrendezésére. 2020. május 11-én, Miskolc napja alkalmából Miskolc Megyei Jogú Város Önkormányzata Alapítványunkat „Az Év Civil Szervezete” díjjal tüntette ki.

DIGÉP, valamint salgótarjáni gyártmányok



A Diósgyőri Magyar Állami Vas-, Acél és Gépgyárak (DIMÁVAG) térképe 1930 körül

JÖVŐBENI CÉLJAINK

Az Alapítvány legfontosabb célkitűzése a tizennégy év alatt elért eredmények megőrzése, továbbfejlesztése, a társadalmi fejlődéshez való igazítása. Ezen belül kiemelt feladat az Ipartörténeti Emlékház működtetése, a gyűjtemény bővítése, ipartörténeti örökségünk népszerűsítése. Szeretnénk tovább folytatni a nagysikerű hagyományápoló rendezvényeket, valamint az ipartörténeti kiadványok megjelentetésének szervezését. Célunk az ifjúság még aktívabb bevonása az Alapítvány munkájába.

Néhány kiemelt téma a közeljövő feladatai közül: kohászati emlékmű létrehozása, az ipartörténeti emlékház bővítése, a Kohászati Gyűjtemény városi kezelésbe átvételének támogatása. Emellett szélesebb körű, aktív kapcsolatrendszert építünk ki az önkormányzati, a vállalkozási és a civil szféra szereplőivel.

AZ ALAPÍTVÁNY ELÉRHETŐSÉGEI:

Telefonszám: +36 (46) 332-569

E-mail: postmaster@ekmita.t-online.hu

A kuratórium elnöke: Sipos István • +36 (30) 904-1776

Az Alapítvány titkára: Simon István • +36 (70) 216-3580
E-mail: simon.istvan5@chello.hu

Levelezési cím: 3535 Miskolc, Bartók Béla u. 1.

Telephely (Ipartörténeti Emlékház):

Miskolc, Bartók Béla u. 1.

Adószám: 18449235-1-05

Számlaszám: OTP Bank 11734073-29901876

A Demand Side Response lehetősége az acélipari kombinátoknál (III.)

„Nehogy már a csík tolja a repülőt!”

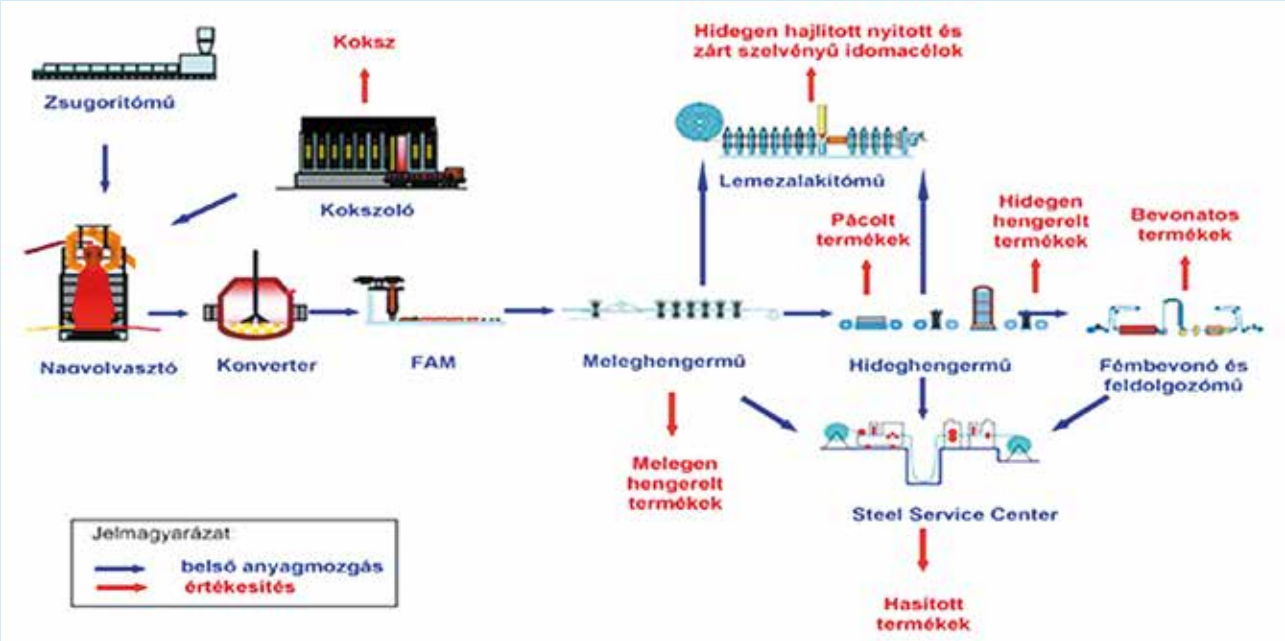
A cikksorozat befejező részében azt vizsgáltam, hogy egy nagy hőmérsékletű acélipari technológia is alkalmassá tehető-e a fogyasztásoldali szabályozásban (DSR – Demand Side Response) való részvételre.

A megújuló bázisú villamosenergia-termelés további növekedésével az energiarendszernek szüksége van olyan eszközökre, amelyekkel már rövid távon és gazdaságosan megvalósulhat az egyensúlytartás, az energiatárolás, valamint megalapozható további, karbonsemleges átalakulást „segítő” alternatív energiahordozók (a jelen állás szerint pl. hidrogén) elterjedése. Ilyen eszköz lehet azon „prosumerek” csoportja, akik rendszerállapottól függően energiát termelnek vagy fogyasztanak, illetve a technológiájukat üzemeltetik vagy nem.

A cikk első két részében a fogyasztásoldali válaszintézkedés jellegére, alapelveire, valamint acélipari végrehajthatóságára kerestük a választ. A feldolgozott szakirodalmak szerint az integrált kohászati technológia során keletkező melléktermék gázok (kohó-, konverter- és kamragáz) hasznosítását végző erőművek lehetnek a rendszer számára szükséges szabályozási energiát biztosító források. Az eddigi tapasztalatok/kutatások alapján nagyjából egyetértés mutatkozik abban, hogy a nagy hőmérsékletű és/vagy kémiai reakción alapuló gyártástechnológia folyamataiba kockázatos beavatkozni, mert vagy a folyamatot veszélyezteti, vagy az intézkedéssel elérhető haszon nincsen arányban az intézkedés többletköltségével.

A cikk befejező részében arra teszek kísérletet, hogy felderítsem, hogy az integrált acélgyártó technológia egyes technológia elemei alkalmasak-e vagy alkalmassá tehetőek-e fogyasztói válaszintézkedésre, be lehet-e azokat vonni a szabályozásba. Létezik-e olyan folyamat (illetve szemlélet), amely lehetővé teszi a termelőegységek üzemmenetének változtatását, még akkor is, ha adott esetben ez költségnövekedést, vagy pusztán kényelmetlenséget okoz. Tehát a következő cikk néhány gondolatában szándékosan tabukat említ, vagy akár döntöget.

KUN ERIKA szakértő, energiakereskedelmi vezetői feladatkörrel, ISD Power Kft.



1. ábra: Integrált kohászati vertikum anyagáramlási ábrája

NAGY VILLAMOSENERGIA-TELJESÍTMÉNYIGÉNYŰ TECHNOLÓGIA ÁTPROGRAMOZÁSA

Upstream és downstream folyamatokat (alapanyagtermelést és feldolgozást) egyaránt folytató acélipari kombinátoknál jellemzően az acélgyártási technológia (alapanyagtermelés) fajlagos energiafelhasználása a legnagyobb (tüzelőanyag-jellegű energiahordozók felhasználása miatt), ugyanakkor az egyes downstream, vagyis feldolgozási technológiai folyamatok határozzák meg a kombinát villamosenergia-felhasználásának jellegét. Az **1. ábrán** látható az ISD DUNAFERR által üzemeltetett integrált acélgyártási folyamat, az **1. táblázat** tartalmazza a fajlagos energiafelhasználási adatokat.

	„Jó-gyakorlat”	Átlag
Megnevezés	**GJ/t**	**GJ/t**
Acélbramma-előállítás	12	18
Meleghengerlés	1,5	2
– tüzelőanyag (izzítás)	1,1	1,5
– villamos energia	0,25	0,34
– egyéb	0,15	0,16

1. táblázat: Acélgyártás és meleghengerlés fajlagos energiafelhasználása [1]

A **2. táblázat** a társaságcsoport 2019. évi villamosenergia-felhasználási értékeit, míg az **2. ábra** a kombinát villamosenergia-felhasználásának jelleggörbéjét mutatja a meleghengerlési technológia üzemelésekor, illetve üzemszünetekor.

ISD Power-termelés	130 537
Vásárolt villamos energia	432 089
Fogyasztás összesen	**562 626**
Acélgyártás	101 726
Kisegítő folyamata (Műszaki gázok előállítása)	**118 022**
Koksz-előállítás	60 203
Feldolgozás – 1. Meleghengerlés	**129 894**
Feldolgozás – 2. Hideghengerlés	**62 124**
Egyéb feldolgozás	26 101
* adatok MWh/év-ben	

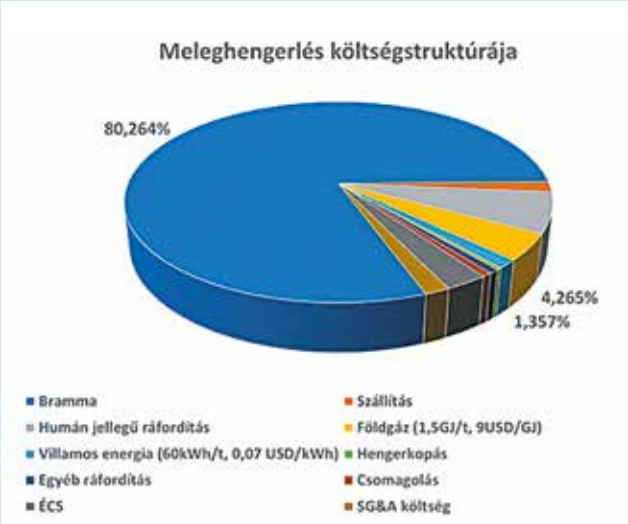
2. táblázat: Éves villamosenergia-fogyasztás

2. ábra: Negyedórás átlagteljesítmény adatsor Meleghengermű-álláskor és -üzemszünetkor

A 2. **táblázat** alapján az ISD DUNAFERR Meleghengerműve a gyártóvertikum villamosenergia-felhasználásának 24-26%-át teszi ki, és ahogy a **2. ábrán** látható, a társaságcsoport villamosenergia-felhasználásának teljesítménykarakterisztikáját a Meleghengermű működése alakítja. A teljesítményingadozás negyedórás szinten a 30 MW-t is eléri, tehát itt érdemes elkezdeni vizsgálni a DSR-be való bevonás lehetőségeit.

A meleghengerlés három módon lehet alkalmas DSR-ben való részvételre:

1. Hengerlés szüneteltetése;
2. Egy időben üzemelő berendezések ütemidejének eltolása (teljesítménycsúcsok kialakulásának direkt elkerülése);
3. Termelés teljesítményigényének egyéb (indirekt) módszerrel történő csökkentése – teljesítménycsúcsok levágása és átprogramozás.



3. ábra: A meleghengerlés költségszerkezete

A **3. ábra** a meleghengerlés szakirodalomban fellelhető adatok alapján összeállított költségszerkezetét mutatja be. Látható, hogy a tüzelőanyag- és villamosenergia-költség összességében maximum 5,5%-ot tesz ki a költségstruktúrában, az energia- és alapanyagárak adott szintje mellett. Ez a szám az ISD DUNAFERR esetében lecsökkenhet 2,5%-ra is.

Az energiaköltségen alapuló motiváció is csekély a villamosenergia-fogyasztási karakterisztika megváltoztatásához.

A hengerlési technológia fogyasztói válaszintézkedésekbe bevonhatóságát mégis szükséges vizsgálni, mivel nagy teljesítményigényű folyamatról van szó, abszolút értékben nagy energiaköltségekkel, és ok-okozati kapcsolat fedezhető fel a gyártási folyamat és a villamosenergia-felhasználás nagysága között.

Ahhoz, hogy a felsorolt beavatkozások végrehajthatóságát vizsgáljuk, végig kell követni a technológia folyamatát, valamint az üzemszervezési/programozási módszertant, amelyet a folytonos üzemmenet alkalmaz.

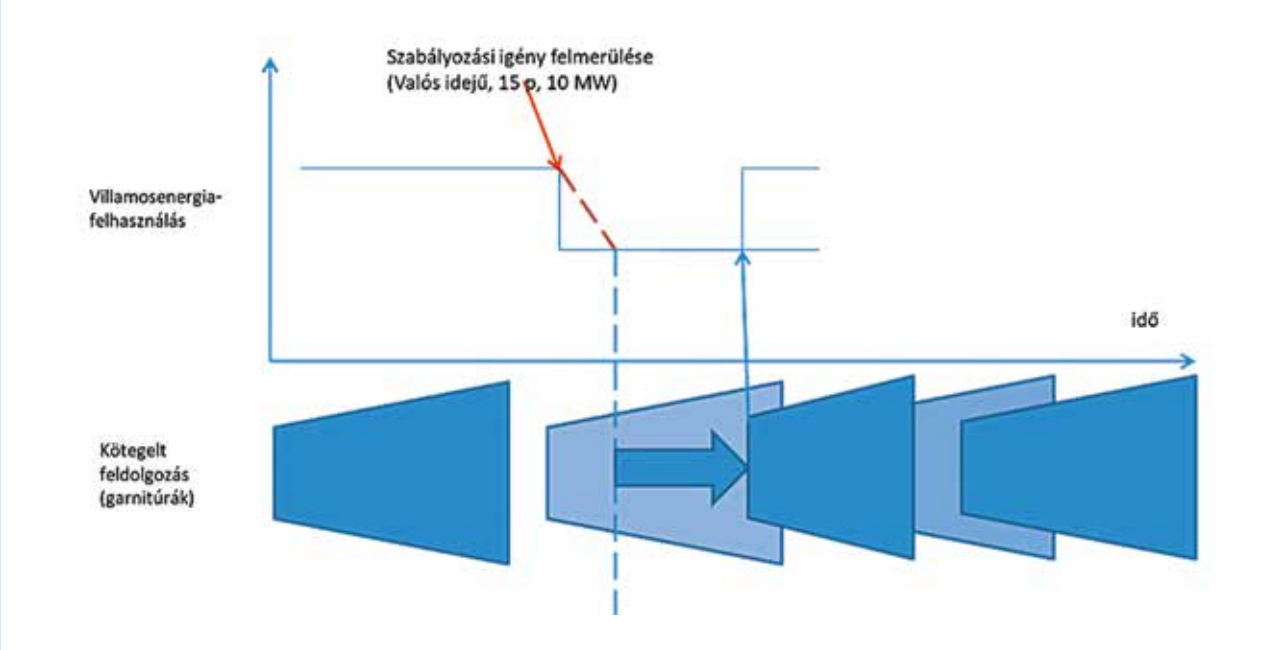
A meleghengerlés az acélgyártás utáni első folyamat, amikor a folyamatosan öntött acélbrammából meghatározott méretű és szemcseszerkezetű szalagot alakítanak. A hengerlés forgó hengerek között végzett nyújtókovácsolás. [2]

Az alakíthatóság eléréséhez az acélbrammát izzítják, majd a 220-230 mm magasságú acéltömbből 24-32 mm szelvénymagasságú előlemezt alakítanak ki az előnyújtó berendezésen, utána pedig 1,2-10 mm készlemezt hengerelnek a folytatólagos szélesszalag hengersoron (készsor). Az előnyújtó és a készsor meghajtásait nagy teljesítményű motorok végzik – összteljesítményük meghaladja a 40 MW-ot.

Az előnyújtás általában 1200 °C és 1000 °C közötti hőmérsékleten zajlik, míg a készre hengerlés 980-1000 °C között kezdődik és 800-870 °C között fejeződik be. A kész lemez ezután áthalad a szalaghűtő soron, melynek végén felcsévélik. A csévélési hőmérséklet jellemzően 570-620 °C között van. A termék a kívánt „szövetszerkezetét" a kontrollált hőmérsékletű megmunkálás és hűtés során éri el.

A hengerlést végző szerszámok (munkahengerek) kopnak, így szükséges azok cseréje egy bizonyos mennyiségű üzemidő (megmunkált termékmennyiség) után. Ezért a munkadarabokat garnitúrákba rendezik. A hengerlés ezért kötegelt üzemmódú feldolgozás – ennek a DSR szempontjából döntő jelentősége van.

A munkadarabok hevítése a hengerlési program rendelkezésre állása után meghatározott hevítési sorrendben történik, vagyis meghatározható, hogy az adott bramma melyik kemencében mennyi időt tölt.



4. ábra: A valós idejű DSR beavatkozás kötegelt feldolgozási módban (meleghengerlés)

A **4. ábra** tartalmazza a valós idejű válaszintézkedés és üzemszervezés/programozás kapcsolatát. Látható, hogy ha a szabályozásnak rövid időn belül meg kell történnie, akkor a kötegelt feldolgozás folyamata teljesen megszakad.

HENGERLÉS SZÜNETELTETÉSE

Beavatkozási igény jelzése után az éppen alakítás alatt lévő munkadarab kifuttatása után nem kezdődik meg újabbnak a megmunkálása. Ekkor a hevített brammák tovább maradnak a kemencében, és az anyagáramlás megakad, az eszközök üzemi körülmények között leállnak. Az ilyen módú teljesítménykorlátozás alternatív költsége a hőntartás és üresjárás megnövekedett üzemidejéből, a készletek forgási sebességének lecsökkenéséből, és az alakítóeszközök leállításából származó esetleges üzemzavarok elhárításából tevődik össze. Mindezen felárak és kockázatok általában meghaladják a várható eredményt, ezért radikális beavatkozás a hengerlésbe csak ellátási vészhelyzetben alkalmazható, vagy abban az esetben, ha nincs kihasználva a hengermű kapacitása, és a működés eleve kényszerű – és átprogramozható – üresjárási időszakokkal terhelt.

ÜTEMIDŐ-ELTOLÁS

A technológia négy fő fázisra bontható, ezek a hevítés, alakítás, hűtés, csévélés. A megmunkálást végző nagy teljesítményű eszközök a DUNAFERR villamosenergia-hálózatán közvetlenül megjelenő teljesítménycsúcsokat okoznak. A csúcsok 15-30 MW eltérést jelentenek negyedórás vonatkozásban.

Amennyiben parancs érkezik a vételezett teljesítmény csökkentésére, annak mértékének függvényében eldönthető, hogy amíg a folytatólagos szélesszalag hengersor üzemel, nem történik újabb munkadarab előnyújtói megmunkálása és fordítva. Itt alapjában véve arról van szó, hogy a teljes berendezéssoron egy időben csak egy munkadarab alakítása történik meg. Ez berendezéstől függően 10-30 MW teljesítménycsökkenést jelenthet, abban az esetben, ha a hengerlés egyéb tényezőit változatlanul hagyják. A beavatkozás alternatív költsége itt is a megnövekedett megmunkálási idő, addicionális tüzelőanyagmennyiség és a kapacitáscsökkenés.

TERMELÉS TELJESÍTMÉNY-CSÚCSAINAK LEVÁGÁSA – ENERGIAGAZDÁLKODÁSI MÓDSZERREL

A hengerlés villamosenergia-szükséglete függvényszerű, ok-okozati kapcsolatban áll az anyagminőséggel, az alakítási hőmérséklettel, az alakítási sebességgel, a munkadarab geometriájának változásával, az alakítási zóna geometriájával, a szélesedés módjával, valamint a hengerelt munkadarab és a hengerek közötti súrlódási vi-

szonyokkal, a berendezések hatásfokával.[1] A fenti változók megválasztásával lehetséges a teljesítményigényt szabályozni.

Ahhoz, hogy DSR-jellegű beavatkozásokba vonjuk be a meleghengerlési technológiát, meg kell határozni, hogy a fenti tényezők közül melyek a „szabadon" változtathatók, illetve melyek azok, amelyek módosítása nem lehetséges a végtermék minőségének változása nélkül. Ugyancsak meg kell határozni, hogy a szabadságfokok változtatásával milyen mértékű változást lehet elérni.

A szabadságfokok közül a hőmérsékletváltozás befolyásolásával elérhető teljesítménycsökkenésre kerestem válaszokat.

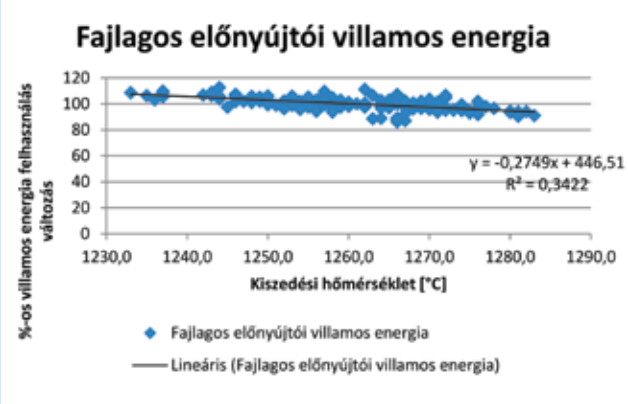
Ha az újrahevítés célhőmérsékletét csökkentjük, a kisebb hengerlési kezdőhőmérséklet választása okán a munkadarab felmelegítéséhez szükséges tüzelőanyag és hőenergia mennyisége csökken, a kisebb hőmérséklethez tartozó nagyobb alakítási szilárdság miatt az alakítás villamosenergia-igénye nő. A két tendencia ellentétes, így található egy olyan optimális kezdő hőmérséklet, mely esetén a hevítés és alakítás fajlagos energiafelhasználásának összege minimális. [3] A magasabb kezdő hőmérséklet viszont csökkenő villamosenergia-felhasználást eredményezhet, amely a teljesítményigényt is befolyásolhatja.

Az anyag újrakristályosodása nem kezdődik meg 1000 °C felett (az acél nem keményedik fel az egyes szúrások során), tehát ez tekinthető a beavatkozás alsó határának. Kérdés, hogy a hevítési célhőmérséklet változásával mekkora alakítási villamosenergia-szükséglet-változás érhető el.

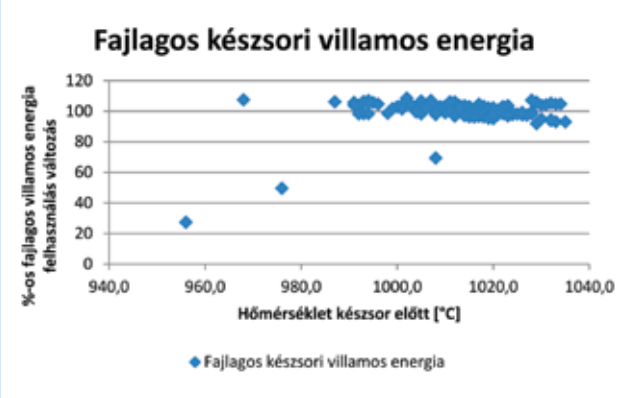
Az **5-6-7. ábrák** az előnyújtás és készrehengerlés villamosenergia-szükségletét mutatják, az ISD DUNAFERR által normalizáló hengerléssel gyártott szerkezeti acél esetére. A megmunkálás megközelítőleg azonos induló és célméretű brammákon történt, az **5-6. ábrán** az adott alakítási fázis fajlagos villamosenergia-felhasználások átlagához (mint bázisviszonyszámhoz) képest történik az ábrázolás. Az **5. ábrán** látható, hogy a kiszedési hőmérséklet függvényében ábrázolt fajlagos villamosenergia-felhasználási ponthalmaz megrajzolható (csökkenő) trendet követ. A **6. ábrán** a megmunkálás kezdetén mért hőmérséklet függvényében történt meg az ábrázolás, itt a ponthalmazból szintén következtetni lehet a csökkenő tendenciára. A hengerlés szigorú „hőmérsékletvezetési szabályai" miatt a készsor előtti hőmérsékletnek nincsen „szabadságfoka", az a megelőző technológiai lépések következménye.

Az **5. ábrából** kiolvasható trend egyértelműen arra utal, hogy a bramma kiadáskori hőmérséklete hatással van az előnyújtás villamosenergia-szükségletére. A jelentős szórás pedig arra enged következtetni, hogy azt egyéb tényezők (szélesség, torlás mértéke) is befolyásolják.

Amennyiben a fajlagos villamosenergia-felhasználás trendjének kezdő és végpontjaihoz tartozó fajlagos villamos energia értékeiből teljesítményadatot számolunk, az eltérés



5. ábra: Alakítási fázisok fajlagos villamosenergia-felhasználása a kiinduló hőmérséklet függvényeként ábrázolva



6. ábra: Készre hengerlés villamosenergia-igénye a belépő hőmérséklet függvényében

7. ábra: A készre hengerlés villamosenergia-igénye a kész szelvényméret függvényében

0,7-1 MW eltérést eredményez. Akkor most kezdjük el a brammákat „túlhevíteni” a teljesítménycsúcsok levágása érdekében? A válasz egyértelmű NEM, és nemcsak a kötegelt feldolgozási mód késleltetettsége okán. A körülbelül 1 MW alakítási teljesítménycsökkenés a DSR szempontjából nem számottevő, a vállalatcsoport szintjén ki sem mutatható – mivel ekkora mértékben más termelő technológia szintén változtatja a teljesítményét. (Villamosenergia teljesítményigény szempontjából sokkal nagyobb jelentősége van a hengerelt anyag szelvényméretnek. A **7. ábrán** látható, hogy a fajlagos villamosenergia-igény a kész szelvényméret negatív kitevőjű exponenciális függvény szerint változik).

A TERMELÉS TELJESÍTMÉNY-CSÚCSAINAK LEVÁGÁSA – ÁTPROGRAMOZÁS

Szakaszosan termelő technológiák tekintetében eredményt hozhat a termelés átprogramozása annak érdekében, hogy a villamos teljesítménycsúcsokat alacsony árú (vélhetően teljesítménytöbbletes) időszakban érje el a társaság. Ekkor az energiaköltség is kedvezőbben alakul a súlyozás alacsony árú időszakra való eltolódásával.

Az ISD DUNAFERR társaságcsoport hengerműve folyamatos termelésű üzemegység, kiugró villamos teljesítménycsúcsokat a társaságcsoportba integráltsága okán nem, vagy csak nagyon ritkán ér el – példa erre a **2. ábrán** bemutatott negyedórás átlagteljesítmény adatsor. Folyamatos termelés átprogramozása egyik időszakban sem jelent teljesítménycsökkenést, és költségmegtakarítást.

EGYÉB, AZ ACÉLGYÁRTÓ TECHNOLÓGIÁK KISEGÍTŐ FOLYAMATAINAK DSR-BE VALÓ BEVONÁSA AGGREGÁTOROKON KERESZTÜL

Az aggregátorok azok a piaci szereplők, amelyek az egyenként csekély teljesítményű berendezések üzemének felügyeletével és módosításával teremtenek rendszerszabályozási szempontból releváns kapacitást.

Az acélgyártási technológiában elérhető sok olyan, viszonylag kisebb teljesítményű gép (kompresszorok, szivattyúk), amelyek önállóan nem képesek DSR-tevékenységben részt venni, de aggregátorokon keresztül jelentős szabályozási potenciált jelenthetnek. A kisebb teljesítményű berendezések nem kell, hogy egy telephelyen legyenek, azok üzemét okosmérésekkel felügyelik, telemechanika kapcsolja. Amennyiben az aggregátor a rendszerirányítótól parancsot kap, a technológiailag elérhető berendezések üzemmenetének módosításával hajtja azt végre.

Az ISD DUNAFERR társaságcsoport esetében az ilyen, kisebb teljesítményű motorok/szivattyúk a következők lehetnek (a teljesség igénye nélkül):

- porelszívó motorok
- kisebb teljesítményű szivattyúk,
- kompresszorok.

További beazonosításukra a majdani, aggregátorokkal közös feltáró projekt keretében kerülhet sor.

ALTERNATÍV ELLÁTÁSI MÓDOK ÉS A DSR-SZABÁLYZÁS

Az integrált acélgyártási technológia nagy mennyiségű műszaki gázt (többségében oxigént) igényel, melynek előállításához nagy teljesítményű kompresszorok működtetése szükséges. Az oxigénellátás ugyanakkor biztosítható cseppfolyósított oxigént tároló tartályokból is.

A fogyasztói teljesítményszabályozás szempontjából ez is egy lehetőség, azaz teljesítménycsökkentés időszakában a letárolt oxigén felhasználása, majd a feloldást követően a készlet visszapótlása, az acélgyártási technológia folyamatos ellátása felett rendelkezésre álló oxigéntermelési kapacitásból – mivel az átállás rövid idő alatt végbemegy, valamint a kompresszorteljesítmény 5-8 MW közötti teljesítménycsökkenést jelent.

Az egyszerűség okán ezt a teljesítményt is érdemes az aggregátor vezérlésére bízni. Megjegyzendő, hogy az ISD DUNAFERR társaságcsoport részére a műszaki gázok szolgáltatását a társaságcsoporttól független gazdasági szereplő végzi, akit a DSR-tevékenységből származó haszon megosztásával lehet érdekeltté tenni a részvételben.

A DSR TECHNOLÓGIAI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK AKADÁLYAI/LEHETŐSÉGEI

A **3. táblázat** tartalmazza a korábbi fejezetekben felmerült meleghengerművi technológia fogyasztói válaszin-

Akadály	Lehetőség
Az energiafelhasználás költségaránya csekély	Költségtudatosság megteremtése: az üzemeltetés adott szintjén dolgozóknak ismerniük kell a beavatkozás minden vonatkozású következményét (technolgóiai, minőségi, anyagi, humán jellegű)
Időbeli jelentős késleltetés (az elsődleges beavatkozás rövidtávú 15-30 perces)	Előfordulhat olyan rendszerállapot, amikor gyorsan kell teljesítményt csökkenteni
A technológia folyamatába való beavatkozás a folyamatot veszélyezteti	
A technológiába való beavatkozás a termékminőséget veszélyezteti	
A termelés folytonossága az átprogramozás létjogosultságát megkérdőjelezi	
A termelés beágyazottsága: a folyamat egy integrált kombinát részeként működik, így a menetrendtől való eltérés és többletköltsége nem értelmezhető.	Lehetőség nyílik a belső menetrendezés megteremtésére, tehát konkrét alternatív költségek számítására.

3. táblázat: Válaszintézkedések akadályai/lehetőségei

tézkedésben való részvételével kapcsolatos akadályokat és lehetőségeket.

ÖSSZEFOGLALÁS

A nagy hőmérsékletű technológiát üzemeltető vállalatok is foglalkoznak a fogyasztói válaszintézkedések lehetőségével, az integrált acélgyártás tipikusan az a nagy villamosenergia-teljesítményigényű technológia, ahol a DSR-kapacitás felajánlása szóba jöhet.

A DUNAFERR esetében a DSR-szabályozás legegyszerűbb végrehatási módja (a cikksorozat II. részében részletesen kifejtett) a telephelyen működő kényszerüzemű erőmű átállítása DSR-szemléletű erőmű üzemeltetésre. Hatékonyan működik a módszer azoknál az integrált kohászati kombinátoknál, melyeknek az erőművében gyors működésű gázturbinával szabályozzák ki a kombinát kiegyenlítő energiaigényét.

Ezenkívül, vagy emellett egy következő fokozat lehet a DSR-szabályozásban még a termelő technológiát nem, vagy csak kismértékben érintő, kis-, közepes- és nagy teljesítményigényű technológia aggregátorokon keresztül történő üzemmenet-módosítása is.

A meleghengerlés nagy hőmérsékletű technológiájába csak havária elkerülése okán szabad beavatkozni. Akkor is inkább a termelés szüneteltetésével, vagy a nagy teljesítményű berendezések üzemidejének eltolásával. Jelen helyzetben csekély valószínűséggel fordul elő az energiaáraknak olyan szintje, amely a tüzelőanyagbevitel/villamosenergia-felhasználás-optimalizálást indokolttá tenné.

A cikksorozat alapján elmondható, hogy külső parancs hatására biztosan nem lehet beavatkozni az integrált acélipari alaptechnológiába, különösen nem a meleghengerlésbe és főleg nem azonnal.

Ha azonban valamely ár-szituáció (és abból következtethető esetleges piaci egyensúlytalanság) indokolja, akkor érdemes – sőt a kontrollingvezérelt tervezésnél kell – úgy programozni, hogy az a minőségeket, garnitúrákat, esetlegesen egyéb hengerlési jellemzőket (sebesség, ütemezés, szúrásszám) időben átütemezve/megváltoztatva a piac – és elsősorban önköltség – szempontjából is előnyös legyen. Természetesen ehhez pontos, valós idejű adatokra, mérési eredmények sokaságára, valószínűleg nagy mennyiségű adat és információ gyors elemzésére van szükség. Vélhetően ezek a megoldások a mesterséges intelligencia elterjedésével fognak a gyakorlatba bekerülni, talán nem is a távoli jövőben.

Végső konklúzióként levonható, hogy a nagy hőmérsékletű integrált kohászati technológiákban is van létjogosultsága a DSR-szabályozásnak – tehát bizonyos esetekben mégiscsak tolhatja a csík a repülőt – akkor, ha az egy átfogó, kontrollingszemléletű, fenntartható, környezetbarát acélgyártás irányába hat.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] T., Spittel; A., Hensel: Rationeller Energieeinsatz bei Umformprozessen, 1993, Leipzig

[2] Voith Márton: A képlékanyalakítás elmélete

[3] Braun G.: Ennek a kijelentésnek az ellentettje is igaz: acél szélesszalag meleghengerlési technológia tervezésének újszerű alapelvei (PhD értekezés)

BÉKÉS, BOLDOG
KARÁCSONYI ÜNNEPEKET
ÉS SIKEREKBEN GAZDAG
ÚJ ESZTENDŐT KÍVÁN
VALAMENNYI PARTNERÉNEK

A MAGYAR VAS- ÉS ACÉLIPARI EGYESÜLÉS

MVAE