2

„INKÁBB FELELŐSSÉGET ÉRZEK, MINT HATALMAT”

Vendégsarok: Rajna Martin

„LÉLEKBEN SEM SZABAD MEGÖREGEDNI, EZ A TITOK”

Portrévázlat dr. Kováts Miklósról

7

13

A DIÓSGYŐR-VASGYÁR TEREPASZTALÁNAK ÚJJÁSZÜLETÉSE

AZ ACÉLIPAR DEKARBONIZÁCIÓJA ÉS AZ ACÉLHULLADÉK

20

26

A SZAKADÁSI NYÚLÁS VIZSGÁLATA

A NIÓBIUM

34

MAGYAR ACÉL V. évfolyam, 1. 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

„Inkább felelősséget érzek, mint hatalmat”

A komolyzenében jártas közönség jól ismeri a dunaújvárosi születésű Rajna Martin nevét. A fiatal művész a magyar karmester-generáció egyik legkiemelkedőbb tehetsége. Elismert dirigense Magyarország vezető szimfonikus zenekarainak, nemzetközi hírű szólisták méltó partnere, s vezényelt már számos ikonikus külföldi helyszínen is.

SZILÁGYI IRÉN Portréfotók: KOVÁCS RICHÁRD Koncertfotók: FELVÉGI ANDREA

Fel tudja-e idézni, hogy mi volt az első meghatározó zenei élménye?

■ A nagymamáéknál volt egy pianíno, amit imádtam, azon tanítgattak játszani. Ők maguk is szeretik a zenét, fontos dolog volt számukra, hogy engem is érjenek zenei élmények. Azt már én is csak a családi legendáriumból tudom, hogy elsőként *Vivaldi Négy évszakját* hallgattam meg náluk, ez lehetett valamiféle meghatározó impresszió. Látva az érdeklődésemet, már az általános iskola előtt beírattak a szüleim zeneóvodába, ami determinálta az iskolaválasztást is, így kerültem az ország egyik legjobb alapfokú zenei intézménybe, a Móricz Zsigmond Ének-Zenei Általános Iskolába Dunaújvárosban, ami körül egyébként villámok csapkodtak a közelmúltban, de őszintén remélem, hogy nem sérül az ottani zeneoktatás, hiszen az hatalmas kulturális veszteség lenne a városnak. Az egyik utolsó iskolák egyike Magyarországon, ahol *Kodály Zoltán* maga érte el, hogy magas szintű, magas óraszámban oktatott zenei képzés jöhessen létre.

Mikortól kezdték el tehetségként kezelni?

■ Nos, ahogyan visszaemlékszem, soha nem volt különösebben tehetség-érzetem. Ez mindig nézőpont kérdése is, hiszen dunaújvárosi viszonylatban lehet, hogy nagy tehetségnek számítottam, aztán amikor az ember felkerül Budapestre, egy másik perspektívából látszanak a dolgok, magasabb lesz a mérce, többekkel mérnek össze. Szerintem egyébként később alakult ki az, hogy tehetségként kezdtek emlegetni, de akkor már nem a zongora kapcsán, hanem karmesterként.

Három életszakaszban három meghatározó intézmény volt az életében: a zenei általános iskola, a Bartók Konzervatórium, majd az egyetem. Melyik helyszínhez milyen élmények, tapasztalatok kötődnek?

■ Inkább talán négy színtérről beszélhetünk, hiszen a Sándor Frigyes Zeneiskola, ahová már óvodásként bejártam, a Móriczcal együtt azt tanította meg, hogy

a közös muzsikától, az együtt zenéléstől kaphatja meg az ember a legtöbb örömet és a legnagyobb katarzist. A konzi, vagyis a zeneművészeti szakközépiskola a munkához való viszonyomat alapozta meg, rájöttem, hogy ez egy életforma lesz, rengeteg gyakorlás nélkül nem érek el sehová sem. A Zeneakadémián a karmesterszakmai dolgokat sajátíthattam el, emellett ez már egy átmenet volt az úgynevezett felnőtt életbe, nekem például az alapképzés harmadévében már állásom volt a Győri Filharmonikus Zenekarnál. A mesterképzés alatt, a diplomaévemben pedig már sok zenekarnál vezényelhettem jelentős koncerteken.

Fiatal kora ellenére már több rangos elismerésben részesült: a karmesterek közül a legfiatalabbként kapta meg a Junior Prima díjat, majd bekerült az Eötvös Péter Alapítvány mentorprogramjába, miközben vendégkarmesterként az ország legjelentősebb szimfonikus zenekaraitól kap meghívásokat és külföldön is szép sikerekkel mutatkozott be. Mit jelentenek az Ön számára ezek az elismerések?

■ Nyilván szépek és jók a különböző díjak, de a mindennapi életben ezek a dolgok nincsenek ott az ember tudatában. A hétköznapokban munka van, és a munkából megszülető eredmények. Számomra a legnagyobb elismerést és sikert inkább az jelenti, ha a zenekarok többségében elfogadnak, kedvelnek és szeretnének velem koncertezni.

Mennyire jellemző, hogy karmesterek ilyen fiatal életkorban olyan nívójú együttesekkel dolgozhatnak együtt, mint a Nemzeti Filharmonikus Zenekar, a Magyar Rádió Zenei Együttesei, vagy éppen az, hogy olyan nemzetközi hírű szólisták hívják őket magukkal, mint *Ránki Dezső* vagy *Rost Andrea*?

■ Magyarországon ez nagyon ritka még, itthon talán inkább a belém vetett bizalomnak köszönhetőek a meghívások, külföldön viszont egyre inkább divatos dolog lett fiatal karmesterekkel dolgozni. Én viszont teljesen tudatosan minél inkább meg akarnám óvni magam a huszonegyedik századnak attól a kényszerítő trendjétől, hogy minél fiatalabbként kell minél jelentősebb sikereket elérni, minél több helyen megmutatkozni, minél több versenyt megnyerni, az online térben is minél érettebbnek mutatni magunkat. Pont fordítva gondolom: védem magam attól a kiégéstől, ami szerintem az egész generációnkat veszélyezteti. Miután egyébként is hajlamos vagyok egyfajta „öreguras" koraérettségre, azt gondolom, hogy semmit sem kell siettetni.

Nyilván lehet és kell is előre tervezni, fiatal művészek körül egyre gyakrabban jelennek meg a menedzserek, akik segítséget nyújtanak ebben, de ha azzal foglalkoznék napi szinten, hogy tartok-e ott a világban, ahol szeretnék, vagy ahol mások szerint tartanom kellene, akkor nem lenne időm és energiám a munka tartalmi részére, és még frusztráltan is élném az életemet.

A kívülálló számára egy kicsit misztikus dolognak tűnik a karmester és a zenekar kapcsolata. A karmester mindenképpen egy karizmatikus figura, egy vezéregyéniség, de emellett milyen még? És milyennek szeretné látni őt a zenekara?

■ Egyik zeneakadémiai tanárom egy orosz karmester, *Jurij Szimonov* szavait idézve azt mondta egyszer, hogy ideális esetben a karmester egy kulturális példakép. A köztudatban is olyan sztereotípia kapcsolódik hozzá, hogy intelligens, művelt, olvasott, nyelveket beszélő, kifinomult lelkületű személy, aki egyúttal konszenzusosan elfogadott vezetője a zenekarnak. Ebben a szerepkörben én inkább felelősséget érzek, mint a hatalmat. Az viszont nagyon rossz vért szül, ha egy zenekar nem fogadja el a karmesterét, és nem bízik meg benne.

Volt-e már ilyen tapasztalata? Ha igen, hogyan élte meg?

■ Nekem személy szerint nem volt, de külső szemlélőként láttam már hasonló anomáliát. Én úgy gondolom, hogy ha az ember a munkára koncentrál és a maximumot nyújtja felkészültségben, akkor nem igazán marad már energiája a lelki „csipkékre". Már nem kapok szívinfarktust attól, ha valaki csúnyán néz rám a zenekarból azért, mert mondjuk nagyon őszintén beleállok egy problémába a próbán. Egy próbán sok dolog elhangozhat, lehetnek konfliktusok is, hiszen a művészet szülhet nehéz helyzeteket. Ha tíztől kettőig tart egy próba, akkor tíztől kettőig csak a munka létezik számomra. De bármi hangzott is el, kettő után már ugyanolyan jóban vagyunk, mint tíz előtt. Ha valaki a zenekarból azért neheztel rám, mert a próbán elmondtam neki a véleményemet arról, hogy a játékában szerintem valami nem jó, akkor azt gondolom, hogy ő nem tudja egymástól különválasztani az életben betöltött szerepeit.

A komolyzene világa egyébként egy hierarchikus műfaj?

■ Igen, alapvetően egy hierarchikus, konzervatív beállítottságú társadalmi réteg, de ez a hierarchikus rend csak akkor működhet jól, ha a karmester, mint a zenekar megválasztott vezetője az adott munkára, szakmailag és emberileg egyaránt elfogadott a zenekari művészek és a zenekar menedzsmentje

által egyaránt. De neki is szüksége van olyan kollégákra, akikre támaszkodhat munkája során, nélkülük a karmester „félkarú óriás". Ha egy céges szervezeti kultúrába helyezzük át ezt a kérdést, akkor talán úgy tudnám átfordítani, hogy a vezérigazgatónak tudnia kell támaszkodnia a középvezetőkre, és meg kell bíznia a beosztottakban. Ha egymaga akar kézben tartani mindent, akkor általában befuccsol. Ha mindenki megbízik mindenkiben, akkor a szervezet stabilan áll a lábán.

Ha már a munka világáról esik szó, a saját teljesítményével, sikereivel kapcsolatban mennyire önelemző, analizáló típus?

■ Mondhatni, talált, süllyedt, hiszen sajnos borzasztóan ilyen vagyok, időnként túlzásba is viszem. Bár ki ne lenne

NÉVJEGY

Rajna Martin 1995-ben született Dunaújvárosban.

2015-ben a Bartók Béla Konzervatóriumban zongora és zeneszerzés szakon végzett, majd 2015-től tanult a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetemen, ahol 2020 őszen szerezte meg karmesteri MA diplomáját.

2017-ben Nemzeti Felsőoktatási Ösztöndíjban részesült.

2018-ban Junior Prima díjat vehetett át, az eddigi legfiatalabb olyan díjazottként, aki karmesteri tevékenységével érdemelte ki az elismerést.

2021-ben egy zeneszerző kollégája mellett egyedüli magyarként került be az Eötvös Péter Alapítvány mentorprogramjába.

szkeptikus és néha kishitű, aki a mi szakmánkban reálisan felméri a feladatot, s teszem azt, az előadandó műhöz vagy a szerzőhöz viszonyítja önmagát? Ki ne érezné kicsinek magát *Beethovenhez* vagy *Bartókhoz* mérve?

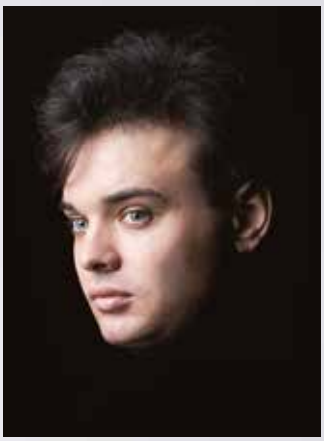
A közönség már csak a kész zeneművet hallja, a kész előadást látja, de milyen munkafázisokat jelent a karmester számára például egy koncertre, vagy operaelőadásra való felkészülés?

■ Talán úgy tudnám ezt a legkönnyebben megmutatni, ha egy színházi rendező munkájához hasonlítom a karmesterséget. Ahogyan a rendezőtől, úgy a karmestertől is elvárják, hogy a teljes művet befogadja, értelmezze és végül a számára leghitelesebb módon megpróbálja interpretálni. A rendező a színészeivel, én pedig a zenekarral közösen. Ez egy nagyon komplex feladat, gyakorlatilag a karmester megtanulja a partitúra összes hangját. Először egyedül dolgozik, mindenféle zenei eszközzel és képességgel áttanulmányozza és elsajátítja a partitúrát, majd lehetőség szerint a legegyszerűbb és legcélravezetőbb módon átadja a zenekarnak a zenemű esszenciális jelentéseit a próbák alatt. Végül persze ihletetten el is kell dirigálnia a hangversenyt vagy az előadást.

A komolyzenét sokak számára mindig is övezte egyfajta misztikum, sokan érzik úgy, hogy nincsenek birtokában azoknak a kódoknak, amelyek megfejtésével értőn tudnának élvezni egy-egy komolyzenei koncertet. Mit tanácsolna

számukra, hogyan kezdjenek neki a komolyzene világával való ismerkedésnek?

■ Ha hangszeres zenéről beszélünk, akkor jó belépő lehet *Mozart* vagy Beethoven, ha valaki nyitott az operára is, akkor *Puccini*. Mozartot könnyű befogadni, viszont a hozzánk közelebbi korok klasszikus komolyzenéje már több zenei élményt, tapasztalatot feltételez. Ugyanúgy működik ez a dolog, mint az irodalomban. Például *Esterházy Péter Harmonia Caelestise* feltételez némi előolvasottságot, míg más szerzők műveivel könnyebben elboldogul az olvasó. De ha valaki nem zeneértőként is tudja élvezni mondjuk az operát, pusztán csak úgy, hogy hallgatja és tetszik neki, annál több nem is kell. Az egy fantasztikus élmény.



Az Ön generációjának hétköznapjait inkább a könnyűzene szövi át. Ha baráti társaságban lazul, mit hallgat meg szívesen?

■ Ha valaminek mindenképpen szólnia kell, az biztosan nem komolyzene lesz. Ha épp nem zenével foglalkozom, én örülök, ha csend van. Például egy étteremben is inkább zavar a zene, jobban szeretem a beszélgetést. Viszont, ha kikapcsolódásként van kedvem zenét hallgatni, az leginkább jazz, swing, vagy blues.

Mi ad feltöltődést, új impulzusokat, élményeket Önnek? Mi szükséges ahhoz, hogy fizikailag, szellemileg és mentálisan is jól érezze magát?

■ Számomra nagyon fontosak a barátok és a velük való jó beszélgetések. Relatíve sok barátom van, általában zenészek. Muszáj megosztanom valakivel a rengeteg gondolatot és érzést, ami felgyülemlik bennem akár szakmailag, akár emberileg. Megbeszéljük a dolgokat és a végére általában a helyére kerül minden. Egyébként velem egykorú, de ötven évvel idősebb barátaim is vannak, nem életkorfüggő a dolog. A másik fontos örömforrás számomra az utazás. Éppen tavaly, a covid előtt „nyíltam ki" annyira, hogy vegyem a bátorságot, hogy ha kíváncsi vagyok egy európai városra, akkor veszek egy repülőjegyet, elutazom és körbejárom. Most ez nagyon hiányzik az életemből.

Huszonöt évesen belefférnek-e az életébe olyan dolgok, mint a kortársainak?

■ Sok minden belefér, csak sokkal redukáltabb formában. Ha a bulizásra, közös szórakozásra gondol, az nem igazán vonz. Az alapvető feltöltődést számomra az olvasás jelenti, rengeteget olvasok. Főleg kortárs magyar szerzőket, nagyon szeretem többek között *Krasznahorkai Lászlót, Nádas Pétert*, Esterházy Pétert. A sporttal viszont folyamatosan küzdök. Tudom, hogy szükségem van a mozgásra, mindig jön is egy nagy elhatározás, amit általában csúfos bukás követ, mert azon veszem észre magam, hogy megint a munka nyert.

Apropó, sport. Ön mellé egy másik tehetség is jutott a családba. Bátyja, *Rajna Miklós* a magyar jégkorongsport egyik legismertebb szereplője, fantasztikus hokikapus. Mindkettejüket ismerve azt mondanám, hogy tűz és víz…

■ Jól látja… Nagyon sokáig nem is voltunk igazán jó testvérek, négy év korkülönbség van köztünk, mindegyikünk a saját autonómiájának keresésével volt elfoglalva hosszú éveken keresztül, egyikünket sem érdekelte igazán, hogy mivel is foglalkozik a másik. Elég távoli világokban mozgunk, de ma már, felnőttként, a szeretet természetesen kiváltja az érdeklődést a másik munkája iránt. Ő néha eltéved egy-egy koncertemre, én sajnos még időnként sem jutok el a meccseire, de azt hiszem, kölcsönösen büszkék vagyunk egymásra és az utóbbi évekre már igazán jó testvérekké, egymás „cinkosaivá" váltunk.

Dunaújvárosban született, s gondolom, mint szinte minden helybélinek, van kötődése a Vasműhöz is.

■ Igen, a városhoz és a gyárhoz is. Édesanyám tizenöt évig dolgozott a Dunaferrnél, számviteli területen. Az első munkahelyemen, a Győri Filhharmonikus Zenekarnál a főnököm, *Fűke Géza*, a zenekar igazgatója szintén dunaújvárosi volt, s egy ideig a Vasmű tűzoltózenekarában klarinétozott. Egyébként egyszer nagyon szívesen körbenéznék a gyárban, sajnos, eddig még nem volt rá lehetőségem.

„Lélekben sem szabad megöregedni, ez a titok…”

Portrévázlat dr. Kováts Miklósról

Minden pejoratív felhang nélkül a hiperaktív jelző az, ami dr. Kováts Miklósról elsőként az eszembe jut. Munkakapcsolatunk évtizedekre nyúlik vissza, s nem sok embert tudok felsorolni, aki nála nagyobb energiával és lelkesedéssel végezné a munkáját, legyen szó oktatásról, környezetvédelemről vagy szakmai egyesületekben kifejtett szervezőmunkáról. Sokszínű, gazdag életpályájából néhány momentum megmutatására vállalkoztunk közösen az alábbi beszélgetésben.

Mindig érdekes kérdés egy-egy tudományos életút esetében a kezdet, a motiváció…

■ Édesanyám pedagógus volt, édesapám az államigazgatásban dolgozott, s minket az öcsémmel együtt inkább humán értelmiségi pályára szántak. Ám több meghatározó emlékem is van, amelyek mégis a műszaki pálya felé sodortak. Az 1940-es években Borsodnádasdon gyerekeskedtem, s egy napon a szomszéd bácsi „becsempészett” a munkahelyére, a Borsodnádasdi Lemezgyárba. Amikor ott körülnézhettem, úgy éreztem magam, mintha Óz, a csodák csodája birodalmába csöppentem volna. Anyai nagyapám egyébként valaha hengerész főmester volt ugyanebben a gyárban, ami a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Rt. egyik üzemeként működött. Édesanyám olyan szeretettel beszélt a nagypapa munkájáról, hogy minden bizonnyal ez is tovább mélyítette bennem az érdeklődést. S akkor még nem is beszéltünk a kisvonatról, amely Ózd-Borsodnádasd viszonylatban szállította az anyagokat a gyárba. Sok-sok órát töltöttünk el azzal, hogy áhítattal csodáltuk, ahogy szénnel „etetik” a mozdonyt. Talán mindezek miatt együttesen ébredt fel bennem a műszaki érdeklődés, s innen már egyenes út vezetett a diósgyőri Gábor Áron Kohó- és Öntőipari Technikumba. A kerek történethez hozzátartozik, hogy az öcsém szintén műszaki pályára lépett később, csak ő másik területet választott, villamosipari technikus, majd villamosmérnök lett.

Én öntészként végeztem a technikumban, jeles eredménnyel. Végzés után egy évet a Lemezgyárban dolgoztam, majd ezt követően Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen folytattam a tanulmányaimat. Gyönyörű időszak volt, jó oktatási feltételekkel, ikonikus professzorokkal, remek tankörtársakkal, ahol minden lehetőség adott volt ahhoz, hogy az ember minél több tudást magába szívhasson.

Az első diplomámat 1965-ben szereztem meg az egyetemen, alakítástechnológus kohómérnökként. Miután tár-

SZILÁGYI IRÉN

Jubileumi évfolyamtalálkozó és aranydiploma-átvétel a Miskolci Egyetemen (2015)

sadalmi ösztöndíjas tanulmányi szerződés kötött a Lemezgyárhoz, ott kezdtem el dolgozni, s lettem üzemmérnök, fejlesztőmérnök majd üzemvezető. 1968-ban egy szakmai rendezvényen találkoztunk egyik legkedvesebb miskolci tanárommal, *dr. Schummel Rezsővel*, aki az egyetem akkor frissen létrehozott dunaújvárosi főiskolai karának éppen alakuló metallurgiai tanszékére hívott. Ő előzőleg a diósgyőri vasgyár középhengerművének műszaki vezetője volt, kiváló gyakorlati szakember. Az ő hívó szava volt a döntő abban, hogy Dunaújvárosba kerültem.

Be kell ismernem, hogy a hívása épp egybeesett azzal, hogy akkoriban már kicsit „szűknek" éreztem Borsodnádasdot. Volt rálátásom szakmailag más vertikumokra, szerettem volna bővíteni a tudásomat, és pedagógus édesanyám révén valahol megvolt bennem a tanári pálya iránt is az érdeklődés. Miután becsülettel letöltöttem az ösztöndíjas szerződésem révén fennálló munkakötelességemet a Lemezgyárban, 1970-ben kezdtem el dolgozni Dunaújvárosban, az NME-KFFK szervezetében. Huszonöt éven át, 1995-ig oktattam főállásban szakmai tárgyakat, főként az öntészetet és a metallurgiai üzemek szakterületeihez tartozó gépi berendezések című tárgyakat. Ezzel párhuzamosan tanszéki kutatásokban is részt vettem, öntödei formázóanyagokat, öntvények gyártástervezési módszereit fejlesztettük. A gyakorlati oktatást tanszékünk nagyon komolyan vette, rendszeres acélgyártási, öntészeti gyakorlatokokat, homoklaboratóriumi vizsgálatokat valósítottunk meg.

A tanszéki kollégákkal évtizedekkel később a Bánki Donát Szakközépiskola oktatásfejlesztési projektjében is együtt dolgoztunk. A megszűnő melegüzemi szakmák (kohász, hengerész, olvasztár, forrasztár) oktatásának, tudásanyagának pótlására létrehoztuk a melegüzemi technikusképzést. Egy teljesen életszerűtlen, minisztériumi szinten kitalált struktúrába kellett „életet lehelnünk", amelynek révén később a középiskola számos kvalifikált szakembert adott a DUNAFERR-nek.

TANULMÁNYOK, VÉGZETTSÉGEK

1960-1965	Nehézipari Műszaki Egyetem alakítástechnológus kohómérnök
1985-1987	Nehézipari Műszaki Egyetem műszaki egyetemi doktor
1991-1993	Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem marketingmenedzser
1992-1994	Budapesti Műszaki Egyetem műszaki minőségellenőrző szakmérnök
1996	Magyar Szabványügyi Testület ISO 9001 MIR-auditor
2000	Business Partnership-Qualiprod EHS-auditor
2005	Bureau Veritas Hungary ISO 14001 KIR-auditor
2019-2020	Dunaújvárosi Egyetem okleveles mérnöktanár

Előadóként a főiskolán egy öntészeti szakmai délutánon, a nyolcvanas években

A főiskolából kinőtt Dunaújvárosi Egyetemmel a későbbiekben is jó kapcsolatom maradt, a legutóbbi évekig részt vettem például az egyetemi e-learning tananyagok lektorálásának megszervezésében.

Nincs kétségem felőle, hogy órákon át tudna érdekes történeteket mesélni a főiskoláról. Én most leginkább egy dologra vagyok kíváncsi: hogyan emlékszik vissza a kezdeti évekre, a diákséggal való kapcsolatára Kováts tanár úr, alias Csörpi?

■ Amolyan örökké izgő-mozgó, újítani akaró, lelkes srác voltam, amikor alig harmincévesen a katedrára léptem. Nőtlen, fiatal oktatóként magam is a kollégiumban

laktam, a szakmai tárgyak tanítása mellett nevelőtanári feladatokat is elláttam, így nagyon szoros kapcsolatot tudtam kialakítani a hallgatókkal, bár a csekély korkülönbség jócskán nehezítette is a helyzetemet. Ennek ellenére a legszigorúbb tanárok között tartottak számon. A kötelező dolgok számonkérésében, a szabályok betartásában nem ismertem pardont. De emellett bármit meg lehetett velem beszélni, és ezért a diákok tiszteletét és szeretetét kaptam cserébe. Máig is hatalmas megtiszteltetésnek érzem, hogy két évfolyam is megajándékozott az arany kohászgyűrűvel, mások pedig tiszteletbeli évfolyamtársukká fogadtak. Míg miskolci diákként a *Cimbi* volt, tanárként a *Csörpi* lett a kohászkörökben szokásos alias nevem. Ez utóbbinak a története a következő: én felügyeltem a főiskolán működő hangstúdiót. Egyik nap a stúdiós diák elaludt, így reggel én konferáltam fel az akkoriban hatalmas sztárnak számító Middle of the Road együttes Chirpy Chirpy Cheep Cheep című, 1971-es nagy slágerét, így ragadt rajtam a Csörpi név.

Évtizedek óta ápol nagyon szoros kapcsolatot az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel is, amelynek kezdete, ha jól tudom, szintén a főiskolai évekre datálódik.

■ Az OMBKE mindig is nyitott volt a fiatalság felé, örömmel fogadta az ifjú szakembereket a tagság soraiban, hiszen az egykori selmeci hagyományoknak ők a továbbvivői. Jómagam 1968 óta vagyok tagja az egyesületnek, s főiskolai oktatóként egyfajta kapocs voltam az OMBKE Öntészeti Szakosztálya és a hallgatóság között. Számos ponton működött együtt a főiskola és az egyesület, például évente Öntészeti Szakmai Napot szerveztünk neves ipari szakemberek részvételével, később számos konferencia és egyéb rendezvény megszervezésében is segédkeztem.

Az OMBKE „Egyesületi Munkáért" oklevél átvétele 1989-ben dr. Szabó Ferenctől, dr. Ágh József társaságában

Máig hálás vagyok érte, hogy nagyon sok lehetőséget kaptam az OMBKE-től külföldi konferenciákon, ipari vásárokon való részvételre. Ezeken a helyeken rengeteg olyan információt „felcsipegettem", amit az oktatásban aztán hasznosítani lehetett. Már akkor, a hetvenes évektől kezdve tudtam a diákjaimnak öntészeti vonalon egyfajta nemzetközi kitekintést adni, amikor ez még igencsak újdonságnak számított Magyarországon. A technikai oldala ennek a dolognak ma, a PowerPoint és a digitális okoseszközök világában szinte már megmosolyogtató: az összeszedett prospektusok, kiadványok képeiből vagy magam készítettem az írásvetítőre kezdetleges „slide-okat", vagy a helyi fotóklub lelkes amatőreinek segítségével készültek el az oktatási célú diák, később a videoanyagok. Egy időben az OMBKE Oktatási Bizottságát is vezettem, illetve elnökségi tagja is voltam a szervezetnek. Aztán amikor kikerültem a főiskoláról és a Vasműben kezdtem dolgozni, az összekötő kapocs szerepköröm átalakult, de igyekeztem ezt követően is hasznossá tenni magam az egyesületi munkában környezetvédelmi szakterületen.

Fontos ponthoz érkeztünk a beszélgetésben, hiszen 1994-ben váltás következett, s ettől kezdve pályájának fontos szakasza kötődött a DUNAFERR-hez.

■ A pedagógusi pályáról történő váltás igényét a rendszerváltozás után a műszaki felsőoktatás akkori mélyrepülése erősítette meg bennem. A hallgatóink gyakorlatilag

PÁLYAKÉP

1965-1970	Borsodnádasdi Lemezgyár üzemmérnök, technológus mérnök, fejlesztőmérnök, gépészeti üzemvezető
1970-1994	NME Kohó-és Fémipari Főiskolai Kar, Dunaújváros főiskolai adjunktus, főiskolai docens, tanszékvezető-helyettes
1994-1997	DUNAFERR Qualitest Minőségügyi Kft. környezetvédelmi divízióvezető
1997-2008	DWA Hideghengerű Kft. környezetvédelmi vezető
2005-2010	Dunaújvárosi Főiskola főiskolai docens
2010-	QUINT-Ex Bt. ügyvezető

Jubileumi szakestély a „25 éves a felsőoktatás Dunaújvárosban” címmel megrendezett konferencián (1994)

„elfogytak”. Volt olyan öntészeti államvizsgánk, ahol egyetlenegy vizsgázó állt a bizottság elé. Akkor már néhány éve érzékelhetők voltak a szakterületünk felsőoktatási nehézségei, én viszont éreztem magamban még energiát arra, hogy más területen is kipróbáljam magam. Éppen erre készülve kezdtem előzőleg „gyártani” a diplomákat, többek között marketingmenedzseri és műszaki minőségellenőrző szakmérnöki végzettségeket szereztem.

A Vasműbe pályázat útján kerültem. 1994-től 1997-ig a DUNAFERR Qualitest Minőségügyi Kft.-nél dolgoztam környezetvédelmi divízióvezetőként, ahol a környezetvédelmi vizsgálatok fejlesztésén, valamint a környezetirányítási rendszerek bevezetésének elterjesztésén munkálkodtam. Ezt követően a DWA Hideghengermű Kft.-nél dolgoztam környezetvédelmi vezetői, szakértői beosztásokban, egészen 2008-ig. A napi operatív környezetvédelmi feladatok és a környezetirányítási rendszer menedzselése mellett a környezetvédelmi fejlesztési projekteket irányítottam. Többek között a KIR (ISO 14001) bevezetését, a hulladéklogisztikai rendszer tervezését és kialakítását, az emulzióbontó-szennyvízkezelő telepítését, az üzemi veszélyes hulladéktároló kivitelezését.

A Hideghengerműben még az osztrák-magyar vegyesvállalati időszakra esett a működésem jelentős része, a tulajdonosok rendkívül támogató módon álltak a környezet-

Kollégákkal a DWA első ISO 14001-es rendszertanúsításán (2001)

Az első acélszalag befűzése a Hideghengermű új pácolósorán (2008)

védelmi elképzeléseimhez. Eredményes perióduskénti emlékszem erre az időszakra. Nem volt nehéz a döntéshozókon „átvinni” és megvalósítani azokat a dolgokat, amelyeket a kollégákkal – köztük sok egykori tanítványommal – együtt kitaláltunk, s amelyek aztán pozitív példaként szolgáltak a többi dunaferres társaság számára is.

Miként jött a képbe később a városi kamara alelnöki megbízatása?

■ Alapító tagként 1994 óta részt vettem a Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara munkájában, egy ciklust kivéve egészen mostanáig az elnökségben dolgoztam. Úgy gondolom, hogy a kamaráknak nagy szerepe van egy-egy adott térség gazdaságfejlesztésében, az innováció erősítésében, és bízom abban, hogy mi itt, Dunaújvárosban is jól tudunk élni a lehetőségeinkkel.

A kamarával egyébként mind a mai napig aktív, élő szakmai kapcsolatom van. A kamarai szervezésű OKJ-s tanfolyamokon szakmai tárgyakat oktatok, vizsgáztatok, illetve igyekszem mindenben segíteni a dunaújvárosi kollégák munkáját.

Bizonyára az élete minden időszakában voltak olyan meghatározó személyek – tanárok, kollégák, vezetők –, akikre ma is szívesen emlékszik vissza. Kik voltak ők?

■ A Lemezgyárban *Varró Kálmán* főtechnológus volt az, akitől kezdetben szakmailag a legtöbbet tanulhattam, a diplomatervem készítésében is sokat segített. Az egyetemen olyan legendás professzoraim voltak, mint *dr. Geleji Sándor, dr. Verő József, dr. Nándori Gyula* és *dr. Terplán Zénó.* Az OMBKE berkein belül *dr. Bakó Károllyal* együtt jegyzeteket írtunk, és segített az öntészeti szakmai napok koordinálásában is.

Egykori professzora, dr. Verő József szobra mellett a Miskolci Egyetemen (2015)

Dunaújvárosban, a főiskolán számomra is meghatározó vezető volt *dr. Molnár László* főigazgatónk, kiváló kollégáimmal, *dr. Szabó Zoltánnal* és *dr. Kiss Endrével* pedig több fontos kutatási projektben és szervezési munkában dolgoztunk együtt. Ilyen volt például az ipari hátterű üzemmérnökképzés („szendvicsképzés”), a jelenlegi duális képzés elődjének tekinthető felsőoktatási modell létrehozása a szakmánkra vonatkozóan, és ennek operatív levezénylése a kiválasztott, együttműködő üzemek vonatkozásában.

SZAKMAI, EGYESÜLETI TEVÉKENYSÉG

1981-1989	Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Oktatási Bizottság vezetője, METESZ Oktatási Bizottság tagja
1985-1995	MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság Metallurgiai Szakbizottságának tagja
1993-1996	A Magyar Mérnöki Kamara elnökségi tagja
1995-2000	FMKIK Dunaújvárosi Kamarájának alelnöke
1998-2002	MKIK Környezetvédelmi Bizottságának tagja
2002-2005	MKIK Környezetvédelmi Kollégiumának alelnöke
2001-2003	JICA projektmenedzser (Japán Kormányzati Környezetvédelmi Projekt)
2004-2016	A Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara általános alelnöke
2016-	A Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara elnökségi tagja

JELENTŐSEBB SZAKMAI ELISMERÉSEK

Az Oktatásügy Kiváló Dolgozója (1985)

MKIK Az év környezetvédelmi menedzsere (2003)

A DWA Kft. Kiváló Dolgozója (2004)

Az ISD DUNAFERR Tanácsosa (2011)

OMBKE Sóltz Vilmos Emlékérem (2018)

MKIK Kamarai Díj (2019)

Kikerülhetetlen a kérdés, hogy mi táplálja Önben ezt a több ember számára is elegendő energiát?

■ A pedagógiai pálya áldásos „mellékhatása", hogy a fiatalok között fiatalnak kell maradnia az embernek. Lélekben sem szabad megöregedni, ez a titok. Az energikusság másfelől szerencsés adottság is. A szellemi frissességet talán a folyamatos önképzés, vagy ma divatos fogalommal élve a lifelong learning biztosítja az embernek leginkább. Hetvennyolc évesen döntöttem úgy, hogy szükségem van még egy felsőfokú oklevélre, a hatodikra a sorban. Egy OKJ-s tanfolyamon történő oktatási felkérés során merült fel a tanári mesterdiploma hiánya, s engem zavart ez a hiány. Így aztán hiúságból visszaültem az iskolapadba, hogy megméressem magam a fiatalok között, és tavaly megszereztem a mérnöktanári végzettséget, gépészet-mechatronika szakirányon. Az ország legidősebb nappali tagozatos diákja voltam. No, nem mintha ez érdem lenne, csupán tény.

Kortörténeti dokumentum: beszélgetésünk a COVID-világjárvány idején készült, a szájmaszkon stílusosan az OMBKE emblémája.

Mindez nem valósulhatott volna meg, ha nincs egy támogató, biztos családi háttér mögöttem, melyet a nejem és a lányom jelent számomra.

Egyébként a szellem trenírozása mellett a sport még az a terület, ami energiát és erőt ad a mindennapokhoz. Fiatal technikus koromban az atlétika – azon belül is a középtávfutás –, ezt követően pedig a futball jelentette számomra a szükséges energiaforrást. Egészen jól is ment mindkettő, a Borsod megyei ifjúsági válogatott szintig jutottam. Az utóbbi évtizedekben a biliárd az, ami teljesen kikapcsol és egy jó csapatban, barátokkal eltöltött minőségi időt jelent.

(Ide, a beszélgetésünk végére most egy beszúrás kívánkozik: levelet kaptam Kováts tanár úr egykori tanárkollégájától, dr. Szabó Istvántól, a Dunaújvárosi Egyetem docensétől, aki szintén a biliárdcsapat tagja. Amint írja, Kováts Miklós létrehozott a volt DWA-s kollégákból egy öregfiúk klubot, amely több mint tíz éve működik már. Heti egy alkalommal találkoznak, az időnkénti házi bajnokságokat is Miklós szervezi, aki egyébként is „motorja" a klubnak – a szerk.)

Egy családias, mindenki számára sikerélményt hozó játék és egy összetartó baráti kör. Úgy tűnik, ezek is fontos összetevők a nyolcvan felett is aktív élet receptjében.

Életének meghatározó helyszíne Dunaújvárosban: a főiskola, később egyetem épülete

„Lehetne Kohászati Makett”

AVAGY A DIÓSGYŐR-VASGYÁR TEREPASZTALÁNAK ÚJJÁSZÜLETÉSE

Két és fél évszázad nagy idő. Mi lenne mérhető hozzá?... A diósgyőri kohászat 250 éves jubileumát mindazonáltal beárnyékolta, sőt, inkább el is fedte a 2020-ban kirobbant és azóta sem szűnő járvány-fenyegetettség. Akárhogy is, volt, azaz lett volna mit ünnepelnie Miskolcnak, Borsodnak és az egész országnak: a magyar ipartörténet egyik legjelentősebb, leghosszabb, legdicsőbb és egyszersmind legszomorúbb fejezetét – annak kezdeteit, lefolyását, majd lezárultát.

BALOGH ATTILA, Észak-Keleti Átjáró Egyesület

Volna mit ünnepelni... ám ha az ember megőrzendő kultúrtörténeti-társadalomtörténeti értékek sorsáért aggódik, gyakran egész mélyen le kell hajolnia, tekintve, hogy „a téma az utcán hever”. Pontosabban: a volt vasgyári épületek a cipőtalpunk alatt. Ez esetben szó szerint – már ami a néhai Lenin Kohászati Művek mintegy négy évtizede készült fa makettjének darabkáit illeti.

A nagyságrendileg két négyzetméter felületű terepasztal az emlékezők elmondása szerint egykor a volt kohászati igazgatósági épület előcsarnokában állt, díszéül a létesítménynek. A gyárnak, amely a borsodi megyeszékhely egész modern kori életének meghatározó szereplője volt, családok tízezreinek befolyásolta a sorsát és mindennapjait, s amely úgy látszódhatott, az 1970-80-as évek táján a csúcson jár, aranykorát éli. Tehát úgy látszódhatott... Alig több mint egy évtizeddel később már csak a maradéka volt meg a hatalmas létesítménynek, az elmondhatatlanul összetett ipari struktúrának, a sok száz darabos építménykollekciónak. Valamivel utána pedig már csak a romjai, szilánkjai.

Nem is olyan régen még a régió gazdasági életének meghatározója volt a nehézipari vertikum

Memento

ÍGY MÚLIK EL…

Ám amikor a hetvenes évek közepén-végén a gyárvezetés kiadhatta a feladatot, örökítse meg az üzem aranykorának földrajzi, műszaki és építészeti arculatát egy nagy méretű, méretarányos makett, még valóban úgy gondolhatták: ez az újdonatúj büszkeség bizonyára további évszázadokig hirdetheti még a szocialista nagyipar borsodi hírnevét. Hiszen épp sikerült elintézni, sok évnyi lobbizás folytán, hogy a Kádár-rendszer belefogjon fennállása egyik utolsó, hatalmas, sokmilliárdos, az egész ország teljesítőképességét igénybe vevő állami beruházásába. Megvolt immár a döntés az akkor világszínvonalú technológiát Diósgyőrbe hozó Kombinált Acélmű beruházásáról (1978-82), talán már meg is indult az építése; mindenesetre a makett tervezésénél és megalkotásánál még csak mint opciót jelenítették meg a hatalmas épülettömböt, eltérő színárnyalattal.

Az Acélmű épülete, a féltenyérnyi, zöldre festett fafaragvány szerencsére azok között az apró töredékek között van, amelyek máig megmaradtak és esélyt kínáltak arra, hogy a terepasztal még egyszer régi fényében tündökölhessen. Az Igazgatóság hivatalházának kiemelt helyéről a diósgyőri Vasgyárak elmúlt három évtizedbeli hanyatlása folytán idő-

Súlyosan megrongálódott állapotban került elő a makett

vel a sarokba kerülhetett a tekintélyes méretű modell, majd ide-oda lökdöshették az épületekbe bejutó, azokat kifosztó „látogatók”... A lábazata súlyosan megrongálódott, de még fontosabb, hogy a lényeg, a miniatűr gyártelep barnábanzöldben pompázó architektúrája is erősen károsodott.

A felragasztott házikók jelentős része letört, lesodródott az asztalfelületről, az alap koszolódott, a több mint egy évszázad alatt – a valóságban, nagyban – kirajzolódott struktúra áttekinthetetlenül összekuszálódott.

CIVIL MENTŐAKCIÓ

Napjainkban, a legutóbbi esztendőkben az igazgatósági épületbe már csak civilek, olykor tévéstábok, máskor műkedvelő helytörténészek keveredtek be s tapodtak az össze-vissza elterülő, az irodákat, folyosók, tárgyalók padlóját borító törmeléken. Idővel feltűnt valakinek: némely fadarab nem a törött bútorok maradéka – hanem egy valaha volt terepasztalé! Talán még megmenthető...?

A gyorsan, spontán megszerveződött civil mentőakció részben hivatalosan, részben „fű alatt” zajlott, s a fiatal aktivisták végül is „kicsempészték” a makett fellelhető darabjait. A sok száz pici épület jó részét egy műanyag vödörbe (szó szerint) beseperve. Ami maradt, megvan, ami nincs, örökre odaveszett. A csomag hirtelen szervezkedés eredményeképpen a megyei építészkamara raktárába kerülhetett, hogy ott várjon jobb sorsára.

A 2018-ban lezajlott művelet szereplői között ott voltak az Észak-Keleti Átjáró Egyesület tagjai, élükön a miskolci, de a fővárosban élő és dolgozó építészmérnökkel, *Tóth Viktorral.*

– Az ajtólapnyi makett XXI. századi története úgy kezdődött, hogy 2018 nyarán telefonon bejelentettük az érkezését a megyei építész kamara székházának. „Erdőbe fával?”, gondolhatta magában a kamara elnöke, teljes joggal. Úgy voltunk vele, hogy az eredeti helyénél, a kohászati igazgatóság elhagyatott üléstermének biztosan jobb helye lesz a Kós-ház pincéjében, makett-társaival egy légtérben. Sajnos a szállítás előkészítése kényszerű rongálással járt együtt: minden, az évtizedek során meglazult és felázott épületkét le kellett szednünk a gipsz aljzatról és halomba gyűjtenünk, így az egyes csarnokok eredeti helyzete visszakövethetetlenné vált – idézte fel a jelenleg zajló intellektuális kaland kezdeteit. – Tavaly márciusban a Kós-házban, közösségi oldalakon és személyes kapcsolatokon keresztül meghirdetve workshopot szerveztünk, ahol volt kohászokkal és lokálpatriótákkal próbáltuk kitalálni az egyes csarnok-miniatűrök helyét a terepasztalon.

Számos kérdésre megszületett a válasz a tavalyi workshopon

A rendezvényen jelen volt számos egykori dolgozó, vezető, valamint a borsodi nehézipar örökségét kezelő EKMITA Alapítvány és a felsőhámori Kohászati Gyűjtemény is képviseltette magát. A kérdések, amikre választ reméltünk: mikor készült a terepasztal? Ki készítette? Mi volt a funkciója, mire használták? A volt dolgozók meg is adták a választ: mivel egyes épületek, mint a Nemesacélhengermű, a Kombinált

Acélmű még nem a megvalósult állapotukban, csak tömegükben voltak megmodellezve, a terepasztal a 70-es évek második felére keltezhető. Bár egy-két név felmerült, a készítő kilétét továbbra is homály fedi.

RÉSZEKBŐL AZ EGÉSZ

A gyár 1:2000 méretarányúra kicsinyített mása 2020 szeptemberéig szunnyadt a pincében, amikor *Demkó Péterhez*, a Miskolci Makettezők Egyesületének tagjához került. A költözést egy időközben beadott sikeres pályázat tette lehetővé. Ennek tervezgetésekor hangzott el, a gyár a tárgyidőszakban használt nevének rövidítésével (LKM = Lenin Kohászati Művek) játszva: Lehetne Kohászati Makett...

Végül a „Kohászat 1:2000" mottót viselő projekt („A fehér folt generációnk mentális térképén" alcímmel, utalva mind általában a termelés, mind a gyártelep urbanisztikai megjelenésének állapotára a magyar millennials, avagy az ezredfordulós generáció kollektív tudatában) az említett egyesület, illetve alapítvány együttműködéseképpen indulhatott be, s sikerült hozzá megnyerni egy elkötelezett makettkészítőt, aki vállalta a technikai rekonstrukció elvégzését. Az építők és adományozók önköltségeit a Nemzeti Kulturális Alap közel egymillió forinttal támogatta.

– Realitássá vált, hogy a terepasztal megújulhasson, s új alépítményen, frissen festve, a hiányzó épületeket kipótolva tárhassuk majd a város közössége elé. Párhuzamosan zajlik a kutatás, ahol a terepasztalon látható épületekhez archív fotókat, személyes történeteket, hangokat, mozdulatokat rendelünk. A félkész munkát közintézményekbe, nyugdíjasklubokba vinnénk el, ahol a volt dolgozók látnák mindezt, és emlékeiket papírra vetve vagy magnószalagra mondva megosztanák az utókorral. Tágabb értelemben a miskolci nehézipar kulturális örökségével foglalkozókból kerekasztal szerveződött és tevékeny a mai napig. Bízunk benne, hogy munkánk sokszínű átjárót teremt majd generációk, osztályok, térségek és nyelvek között – osztja meg lelkesedését Tóth Viktor az olvasókkal.

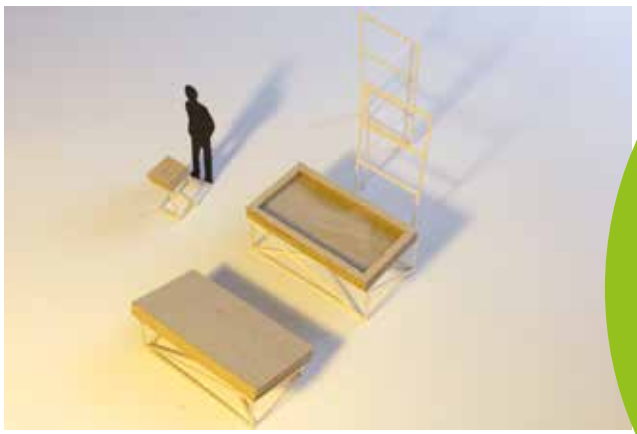
Értékmentők: Demkó Péter és Tóth Viktor munka közben

A projekt előrehaladását tekintve a jelen, illetve jövő idő indokolt, hiszen mint oly sok esetben, a pandémiás helyzet itt is gátló tényezőként szerepel a legutóbbi fél esztendő során. A lassan formálódó, színesedő terepasztal a makettépítő műhelyében áll, a közreműködő stáb konzultációi zömmel online videóértekezletek formájában zajlanak. A félkész alkotást egyelőre nem lehetett még „utaztatni", hogy minél többen lássák és hozzászólhassanak, besegíthessenek a pontosításba, tökéletesítésbe. Jelen pillanatban úgy szól a forgatókönyv, hogy amint a járványügyi korlátozások engedik, kikerüljön a nagyközönség elé, ami addig elkészült. A végső konstrukció teljessé tételéhez majd külső segítségre lesz szükség: lakatosra, faipari szakemberre, lézervágóra. Ehhez mindenfajta felajánlást, támogatást szívesen fogadnak a projektgazdák. A projektköltségből a szervezők szeretnék alvállalkozásba kiadni az alépítmény elkészítésének feladatát.

EGYSZER VOLT…

A következő hetek emellett az interjúkészítésről szólnak, legalább ötöt szeretnének rögzíteni: idős, egykori LKM-dolgozók meséljenek képben és hangban a valaha volt gyári életről, ami a maiaknak nosztalgiául, a fiatalabbaknak okulásul vagy érdekességként szolgálhat. A cél: így vagy úgy, de érzelmeket kelteni a majdani látogatókban. „Rádöbbenteni az embereket: jé, ez ekkora!... Nahát, ez az a városrész, ahol édesapám felnőtt! Szóval itt azért nem lehet jobbra fordulni kocsival a városban, mert a kerítés túloldalán az ott a régi gyárterület... nem is gondoltam rá!"

– Magam is a diósgyőr-vasgyári középiskolába jártam, ez a kötődésem máig megmaradt, ahogy az ipari örökség iránti érdeklődés is. Mindig is nagyon tetszett a Vasgyár, a fíling. És a feleségem szülőháza itt található a kolóniában, rajta is van a terepasztalon – ezt már Demkó Péter meséli, a civilben autószerelőként dolgozó makettezőt a projekt indulásakor szólaltatta meg a helyi hetilap. – A terepasztal visszaépítését szerencsére korántsem a nulláról kellett elkezdeni. Ezzel együtt nehéz a bemutatott korszakot rekonstruálni. Például a kéményeket: pontos alakjukat, magasságukat, színüket, anyagukat... Kevés a korabeli fotó. A munkát az alapokkal kezdtük az elmúlt hónapokban, lentről felfelé: elsőnek a talaj, az úthálózat, később az épületek.



Megjeleníteni és értelmezni: a jövő generációinak is fontos dolgokat taníthat a tervezett kiállítási anyag

PROJEKTGAZDÁK

Tóth Viktor – Észak-Keleti Átjáró Egyesület.
+36 (30) 758-4208 • terepasztal@vasgyar.hu.
Levelezési cím:
3529 Miskolc, Testvérvárosok útja 8., IX/1.
Adószám: 19331571-1-05
Számlaszám:
11103901-19331571-36000001

Északkelet Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány
postmaster@ekmita.t-online.hu
Levelezési cím és telephely (Ipartörténeti Emlékház):
Miskolc, Bartók Béla u. 1.
Adószám: 18449235-1-05.
Számlaszám:
1173 4073-2990 1876-0000 0000

INTERAKTÍV MÚLTIDÉZÉS

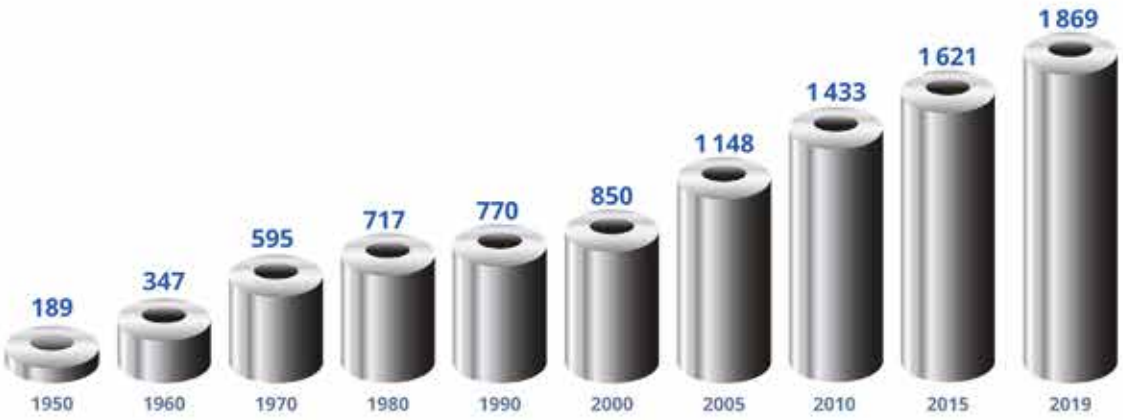
Mindketten vallják: a végeredmény egy „Európa bármely pontján a lábán megállni képes alkotás” lesz. Vagyis a terepasztal olyan rendbe hozott és feljavított, kibővített változata, amely eredeti állapotában bemutatja az LKM 1970-80-as évekbeli struktúráját, de a ma emberének, a fiataloknak is szóló információkkal kiegészítve. „Megjeleníteni és értelmezni az egykori kohászat működését, léptékét, hangulatát.” Ezt segítené a körítésül tervezett kiállítási anyag, térképpel, paravánnal, filmrészletekkel, tablókkal, archív fotókkal, tervrajz-másolatokkal, s egyéb interaktív megoldásokkal: legyen lapozgatni-, nézni-, hallgatnivaló, követhető legyen a néhai Vasgyár működése, fejlődése, de akár egy régi azbesztkalapot is felpróbálhasson az érdeklődő. Mindennek a középpontjában pedig az LKM-es terepasztal áll majd. Hiszen az volt az álom három évvel ezelőtt: Lehetne Kohászati Makett.

Egykor volt szimbiózis: a gyár és a kolónia részlete

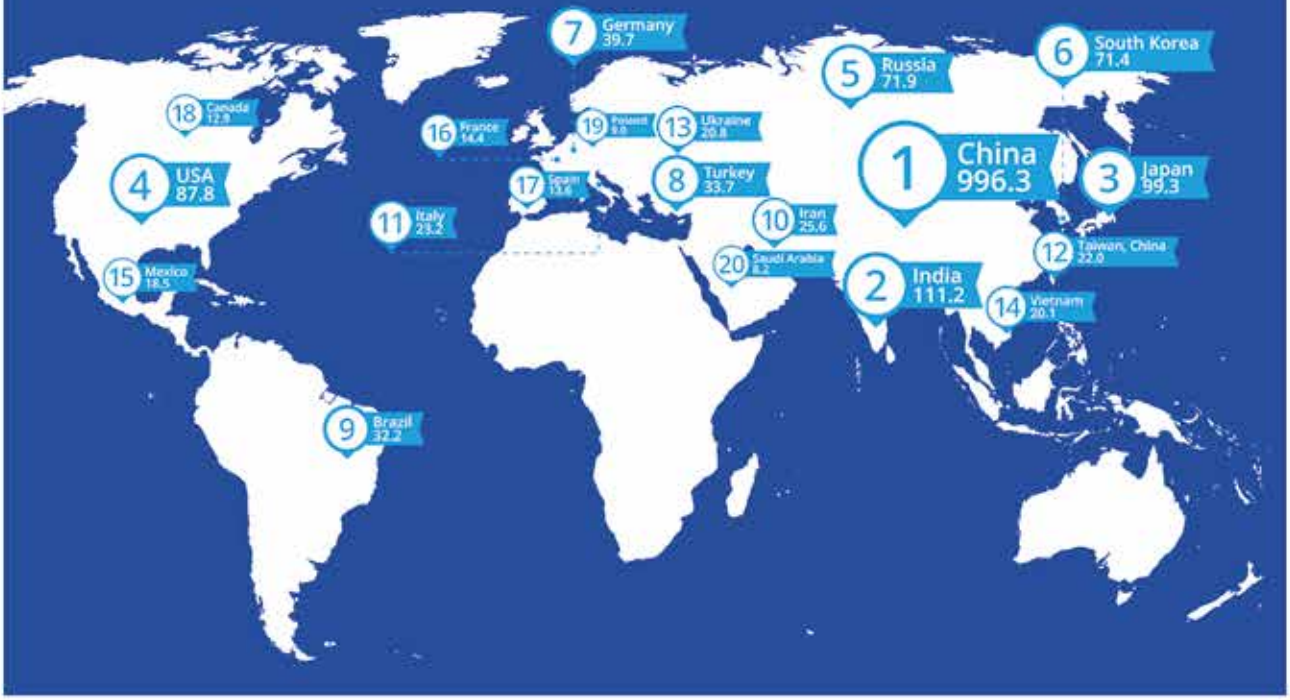
Acél a számok tükrében – 2020

Egy egészséges gazdasághoz egészséges acéliparra van szükség

A világ nyersacéltermelése 1950 és 2019 között (millió tonna)



A 20 legnagyobb acéltermelő ország 2019-ben (millió tonna)



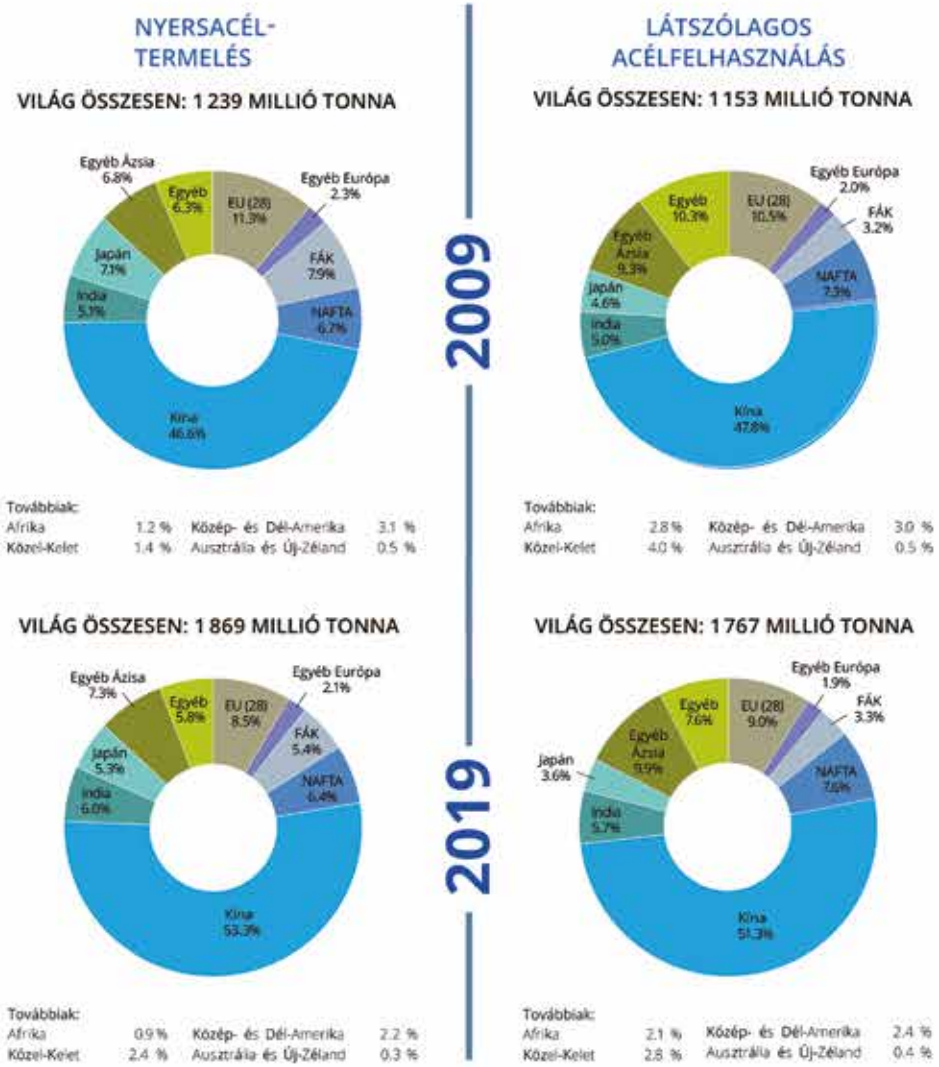
worldsteel ASSOCIATION

Az acél a jövő záloga

A teljes kiadvány megtekintéséhez látogasson el a worldsteel.org oldalra!

MVAE

Az acéltermelés és -felhasználás földrajzi megoszlása 2009-ben és 2019-ben



Az egy főre eső látszólagos acélfelhasználás 2019-ben (kilogramm)

Késlelteti az acélipar dekarbonizációját

az acélhulladék korlátozott rendelkezésre állása

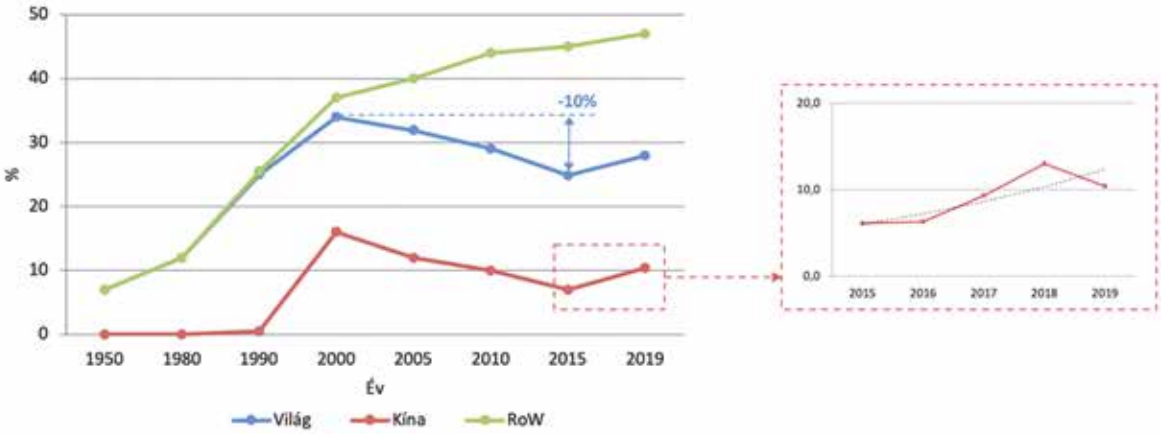
PORTÁSZ ATTILA technológiai szakértő, MVAE

A Nemzetközi Energiaügynökség (International Energy Agency) adatai szerint a nyersvas- és acélgyártás felelős a világ teljes antropogén CO_2-kibocsátásának körülbelül 7%-áért [1]. A Worldsteel Association statisztikája szerint 2019-ben átlagosan 1,83 tonna szén-dioxid képződött minden tonna nyersacél előállítása közben [2].

Az IEA becslése szerint ez az érték 1.40 (tCO_2/t) volt [13]. Valószínűleg ez utóbbi áll közelebb a valósághoz, hiszen a worldsteel statisztikája csak a gyártók kevesebb mint 60%-ának jelentése alapján készült [2]. Az IEA karbonintenzitását és a worldsteel termelési adatait (1,87 milliárd tonna nyersacélgyártás 2019-ben) figyelembe véve gyorsan kiszámítható, hogy 2019-ben a globális acélipar $2{,}6 \times 10^9$ tonna szén-dioxiddal terhelte a légkört.

DEKARBONIZÁCIÓ: HOGYAN TOVÁBB?

Kétségtelen, hogy a rendkívül ambíciózus klímacélok elérése érdekében a nyersacélgyártó szektornak is rövid időn belül drasztikusan csökkentenie kell az üvegházhatású gázkibocsátását. Ehhez forradalmian új metallurgiai technológiák kifejlesztésére és ipari léptékű alkalmazására lesz szükség. Jó hír, hogy ezek az eljárások részben már rendelkezésre állnak (ezekről egy korábbi cikkünkben részletesen beszámoltunk). Az már viszont kevésbé, hogy az új



1. ábra: Az EAF-technológiával előállított nyersacél részaránya a teljes termelésen belül [5] [12]

módszerek bevezetése rendkívüli mértékű beruházásokat igényel, üzemeltetésük pedig jelenleg nem elég költséghatékony ahhoz, hogy a tevékenység gazdasági szempontból is fenntartható maradjon [3]. Függetlenül attól, hogy a szakemberek lázasan dolgoznak az új technológiák fajlagos költségeinek csökkentésén, ez még egy darabig valószínűleg így is marad. Addig mindenképpen, amíg az acéltermékek árába a felmerülő többletköltségek vagy ezek legalább egy jelentős része nem lesz beépíthető, aminek alapfeltétele egy globális szintű acélipari zöld megállapodás. Be kell azonban látnunk, hogy ennek az esélye a jelenlegi nemzetközi kereskedelmi viszonyokat tekintve a közeljövőben meglehetősen csekély.

Kézenfekvő módszernek tűnhet az acélipar dekarbonizációja tekintetében, hogy növeljük az ún. másodlagos eljárás (acélhulladék alapanyagból történő elektroacélgyártás – EAF) részarányát az elsődleges módszer (ércekből redukcióval történő nyersvas-előállítás, majd oxigén-konverteres acélgyártás – BF-BOF) terhére. Hiszen míg az elsődleges eljárás CO_2-intenzitása – főleg a konverterben felhasznált acélhulladék mennyiségétől függően – jellemzően 1,5-2,0 tCO_2/t nyersacél között változik, addig a másodlagos eljárásra vonatkozó érték ennek jellemzően mindössze a negyede (0,4-0,5 tCO_2/t nyersacél) [4]. Érdemes itt megjegyezni, hogy igazi dekarbonizációt csak akkor jelent az EAF-részarány növelése, ha az üzemeltetéshez rendelkezésre áll a megfelelő mennyiségű, megújuló forrásból származó zöld villamos energia.

Gyakran gondolunk úgy az EAF-technológiára, mint amelynek lehetőségei bizonyos értelemben korlátozottak. Az egyik fő nyersanyag, az ún. régi (Old vagy Obsolate Scrap – a fogalommagyarázatot lásd később) acélhulladék magas szennyezőanyag-tartalma miatt széles körben elterjedt elképzelés, hogy az elektroacélgyártás nem alkalmas minden acéltípus, főleg a legnagyobb tisztaságú, komplex, hideg képlékenyalakításra szánt lágyacél-minőségek (mint például az EN 10130 szerinti DC06/07 vagy az ASTM 1008 szerinti DDS/EDS) előállítására. Ez egyrészt az acélmetallurgia legújabb eredményei és a technológiai berendezések fejlődése (jó példa erre az Arkansas államban működő Big River Steel-nél is alkalmazott EAF-RH Ruhrstahl Heraeus vákuumozó), másrészt az EAF-kemencékbe szinte bármilyen arányban adagolható alacsony Cu-Cr-Ni-tartalmú DRI vagy HBI ferrumhordozó miatt nem igaz.

De akkor mégis miért csökkent 2000 és 2015 között közel 10%-kal a világon az elektorkemencében gyártott nyersacél százalékos aránya a teljes termelésen belül?

A válaszra írásunk címéből már következtethetünk: elsősorban az acélhulladék korlátozott rendelkezésre állása miatt. Megfigyelhető, hogy az elmúlt két évtizedben lassabban nőtt a hozzáférhető acélhulladék mennyisége, mint ahogyan a globális nyersacélgyártás teljes volumene emelkedett. Egyes előrejelzések szerint ez a trend tartósan változik majd a következő évtizedekben, azaz a rendelkezésre álló acélhulladék növekedési üteme meg fogja haladni a teljes globális termelés növekedési ütemét, amit valószínűleg követni fog az EAF-részarány növekedése. Már csak azért is, mert egységnyi EAF nyersacélgyártó kapacitás kiépítésének beruházási és üzemeltetési költsége töredéke a BF-BOF-re jellemző számokénak.

Kína szerepe meghatározó abban, hogy a globális EAF-részarány hogyan fog változni a jövőben, ahogy az az **1. ábra** alapján is jól látszik. A kínai acélhulladék-felhasználás az elmúlt 5 évben 159%-kal, 83,3 millió tonnáról (2015) 215,9 tonnára (2019) nőt úgy, hogy Kína nincs az első 10 legnagyobb acélhulladék-importőr ország között, azaz a teljes kínai acélhulladék-import nem haladja meg az évi 1 millió tonnát [12], tehát a fenti növekményt saját keletke-

zésből fedezte. Ezzel együtt a teljes kínai nyersacélgyártás növekedése ugyanebben a periódusban „mindössze” 24% volt (2015: 804 millió tonna, 2019: 996 millió tonna), ezen belül az EAF bővülése 114% (2015: 48 millió tonna, 2019: 103 millió tonna). A trendforduló tehát tisztán látszik, bár félő, hogy a kínai EAF-részarány hasonló ütemű bővülése nem lesz fenntartható.

TÖRTÉNELEM ÉS FONTOS FOGALMAK

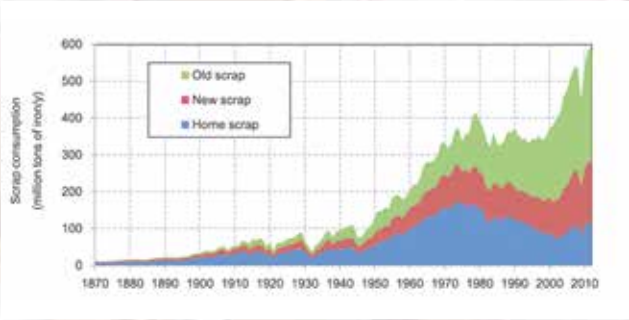
Mielőtt a hosszabb távú kilátásokat elemeznénk, következzen egy kis EAF-történelem és némi acélhulladék fogalommagyarázat.

Az elektromos ívkemence története a XIX. első évtizedéig, *Sir Humphry Davy* első, elektromos ívvel végzett kísérletéig (Davy ívlámpa, 1808) nyúlik vissza. 1878-ban *Sir William Siemens* szabadalmaztatta az első EAF-kemencét, melynek ipari léptékű felhasználását akkor még korlátozta a villamosenergia-ellátás és a gyenge minőségű karbon elektródák. Az első indirekt elven működő elektromos ívkemencét 1898-ban muttatta be *Ernesto Stassano*. A Stassano-kemence (**2.a ábra**) a milánói the Museo della Scienza e della Tecnologia-ban a mai napig megtekinthető.

2. a ábra: 1898, Stassano, 2 tonnás EAF

2. b ábra: 2010, Danieli, 420 t tonnás EAF

Az első, kereskedelmi szempontból is igazán sikeres, acélolvasztásra alkalmas EAF-kemence (1900) *Paul Héroult* francia feltaláló nevéhez fűződik [6]. 1920-ra a világ EAF-acéltermelése elérte az 0,5 millió tonnát, ekkoriban a kemencék kapacitása 1 és 15 tonna között változott. 2010-re a számtalan technológiai újításnak köszönhetően eljutottunk odáig, hogy a Danieli egy 420 tonnás EAF-kemencét állított üzembe a Tokyo Steelnél, ebben az évben a másodlagos technológiával gyártott nyersacél mennyisége világszerte meghaladta a 410 millió tonnát.



3. ábra: A világon keletkezett acélhulladék megoszlása 1870 és 2010 között [7]

A nemzetközi szakirodalomban használt terminológia [8] szerint a Home vagy Revert Scrap az acélgyártóknál keletkezett belső visszatérő hulladék, melynek aránya a termeléshez képest a folyamatoptimalizálás következtében folyamatosan csökken, újrahasznosítási aránya 100%. A New vagy Prompt Scrap az acél alapanyagok feldolgozása során keletkező ismert összetételű, értékes acélhulladékot jelenti, melynek aránya például a gépkocsikarosszéria-gyártás során eléri a felhasznált acéllemezek akár 20%-át is. Ez a kategória is viszonylag gyorsan, kismértékű előkészítést követően, közel 100%-ban újrahasznosításra kerül az acélművekben és öntödékben. Az Old vagy Obsolate Scrap az acélszerkezetek, gépek, épületek bontásából, életciklusuk végére ért járművekből (hajók, vasúti kocsik stb.) származik. A régi hulladék újrahasznosítási aránya a legalacsonyabb, az újrahasznosításhoz szükséges előzetes kezelése/feldolgozása meglehetősen drága. Érdekes megfigyelni, hogy földrajzi szempontból jelentős különbség van az épületekben és a közlekedési infrastruktúrában felhasznált acélok átlagos életciklusa tekintetében. Míg Európában és az Egyesült Államokban ez átlagosan 67, addig Ázsiában mindössze 31 év [7]. Az egyéb kategóriák tekintetében nincs ilyen szignifikáns különbség, de megállapítható, hogy minden egyes (acélból készült) termékkategória átlagos életciklusa Ázsiában és a Közel-Keleten a legrövidebb.

KILÁTÁSOK 2030-IG

A Worldsteel Association adatai szerint jelenleg kb. évi 750 millió tonna acélhulladék áll rendelkezésre globális szinten, 2030-ra ez a szám eléri majd az 1 milliárd tonnát [9]. A világ nyersacélgyártása 2019-ben 1,87 milliárd tonna volt, 2030-ra 2 milliárd tonnás előállítással számolhatunk [3]. A rendelkezésre álló acélhulladék újrahasznosítási részaránya napjainkban kb. 86% [10], amely a jövőben várhatóan folyamatosan nőni fog, de a 100%-ot belátható okokból sosem fogja elérni (gondoljunk csak a deponált hulladékra vagy például egy elsüllyedt hajóra). Ha a jelenlegi, kb. 28%-os globális EAF-előállítási részarányt veszünk alapul és figyelembe vesszük azt is, hogy a rendelkezésre álló acélhulladék egy jelentős része a konvertes (BOF) eljárás alapanyagául szolgál, továbbá számolunk az újrahasznosítási ráta növekedésével, akkor a fenti számokból arra következtethetünk, hogy 2030-ra a globális nyersacélgyártás legfeljebb 40%-át adhatja a másodlagos technológia. Ez mindössze arra lesz elegendő, hogy a jelenlegi 2,6 giga tonna CO_2-kibocsájtást nagyjából szinten tartsuk 2030-ig [13].

MI VÁRHATÓ 2050-IG?

A Nemzetközi Energiaügynökség konzervatív forgatókönyvének (*Stated Policies Scenario*) becslése szerint 2050-ig az EAF részaránya épphogy eléri majd az 50%-ot, 45%-os részarányt feltételezve a teljes fémes betéten belül az acélhulladéknak, ami azért előrejelzi a DRI szerény mértékű térnyerését is. Hozzá kell tenni azonban, hogy nem prognosztizál igazi áttörést a DRI (direkt redukált vas) számára, ellentétben a korábbi várakozásokkal [11]. Ez szintén arra lesz csak elegendő a termelés szint folyamatos növekedése mellett – 2050-ig 2,4 milliárd tonna [3] –, hogy a szektor teljes kibocsájtása 2050-re sem haladja meg a jelenlegi szintet [13]. A konzervatív forgatókönyv nem sok esélyt ad a forradalmian új nyersacélgyártási technológiáknak, de szerencsére van egy *Sustainable Development Scenario* is, amely szerint az említett technológiák elterjedésének köszönhetően 2050-re a globális acélipar teljes CO_2-kibocsájtása a jelenlegi szint kevesebb, mint felére, 1,2 gigatonna/évre mérséklődik [13].

Fentiek alapján levonhatjuk a következtetést, hogy önmagában az EAF-részarány növelése az elsődleges technológia rovására csak akkor jelenthetne megoldást a szektor globális dekarbonizációs céljainak elérésére, ha a keletkező acélhulladék mennyisége rövid időn belül megközelítené a nyersacélgyártás volumenét, ennek azonban a következő évtizedekben nincs realitása. Éppen ezért a klímacélok elérése érdekében az olyan forradalmian új technológiák, mint a hidrogénalapú vagy az elektrolízissel végzett redukció, ill. a CCS/CCU-módszerek költséghatékonyságának javítása terén rövid időn belül jelentős áttörést kell elérni.

HIVATKOZÁSOK

[1] Eurofer: Towards an EU Masterplan for a Low Carbon, Competitive European Steel Value Chain (discussion paper), 2017

[2] www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainability/sustainability-indicators.html

[3] The Boston Consulting Group and the Steel Institute VDEh: Steel's Contribution to a Low-Carbon Europe 2050: Technical and Economic Analysis of the Sector's CO_2 Abatement Potential, 2013

[4] Worldsteel Association: Steel's Contribution to a Low Carbon Future and Climate Resilient Societies (position paper), 2017

[5] www.worldsteel.org/media-centre/blog/2018/Is-it-time-for-China-to-switch-to-EAF-steelmaking.html

[6] *Habashi Fathi*: A short history of electric furnaces in iron and steelmaking. Part 1 the pioneer days of the arc furnace, 2010

[7] *Junichiro Odaa, Keigo Akimotoa, Toshimasa Tomodaa*: Long-term global availability of steel scrap, Resources, Conservation and Recycling vol. 81, 2013

[8] *Patrik Söderholm, Thomas Ejdemo* – Steel Scrap Markets in Europe and the USA, Minerals and Energy, 2:57-73, 2008

[9] www.worldsteel.org/media-centre/blog/2020/steel-accelerating-decarbonisation.html

[10] Steel Recycling Institute: Steel is the World's Most Recycled Material, (www.steelsustainability.org/recycling)

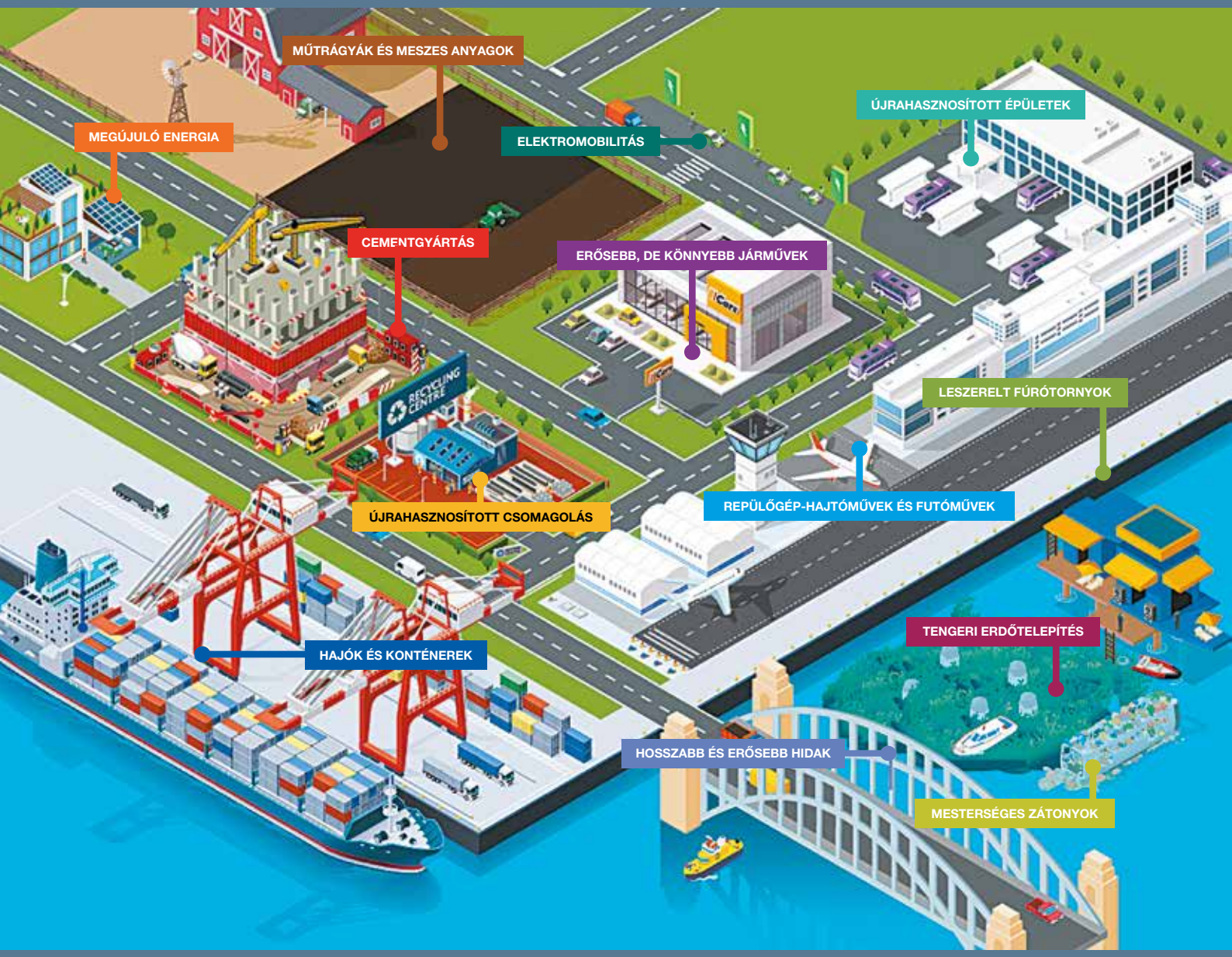
[11] www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-crude-steel-production-by-process-route-and-scenario-2019-2050

[12] Bureau of International Recycling (BIR): World Steel Recycling in Figures 11th Edition, 2020

[13] www.iea.org/data-and-statistics/charts/direct-co2-emissions-in-the-iron-and-steel-sector-by-scenario-2019-2050

ACÉLINNOVÁCIÓ

Az acélra támaszkodhatunk.
Együtt megtaláljuk a fenntartható megoldásokat.



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

ERŐSEBB, DE KÖNNYEBB JÁRMŰVEK

A modern autókat egyre inkább olyan új, nagy szilárdságú acélokból építik, amelyek erősebbek, így legalább 35%-os tömegcsökkentést képesek elérni. Ezzel csökken a jármű teljes életciklusának üvegházhatású gázkibocsátása.

2016-ban világszerte mintegy 95 millió járművet gyártottak. A járművenként felhasznált acél átlagosan 900 kg, ami megközelítőleg 80 millió tonna acélfelhasználást jelent az autóiparban.

Ma már szinte minden új jármű tervezéséhez fejlett, nagy szilárdságú acélokat (AHSS) is használnak. A mai járművek karosszériájának több mint 50%-át az AHSS-acélok alkotják, használatuk könnyebb, optimalizált járműveket eredményez, fokozott biztonsággal és javuló üzemanyag-fogyasztással.

A fejlett, nagy szilárdságú acélok (AHSS) új típusai lehetővé teszik, hogy a karosszériasúlyt a hagyományos acélhoz képest 25-39%-kal, a jármű össztömegét pedig akár 10%-kal csökkentsék az autógyártók. Egy jellemző, öt utast szállító családi autónál a jármű össztömege körülbelül 160 kg-mal csökken, ami a jármű teljes életciklusa alatt 3–3,5 tonna üvegházhatású gázkibocsátás megtakarításának felel meg.

Future Steel Vehicle

Számos acélipari vállalat új minőségű, nagy szilárdságú acélokat fejlesztett ki, amelyek lehetővé teszik az autóalkatrészek karcsúbbá és könnyebbé tételét a biztonság feláldozása nélkül.

2013-ban a WorldAutoSteel, a worldsteel autóipari csoportja befejezte a hároméves programját, amely teljesen megtervezett, igényes acélkiviteleket kínál az elektromos járművek számára.

A FutureSteelVehicle (FSV) néven ismert projekt fejlett, nagy szilárdságú acélkarosszéria-szerkezetet alkalmaz, amely 177 kg-ra csökkenti a jármű vázszerkezet tömegét, és egy akkumulátoros elektromos hajtáslánc mellett az energiaforrástól függően akár 70%-kal is csökkenti a teljes életciklus ÜHG-kibocsátását.

Chevrolet Silverado magas szilárdságú acél jellemzőkkel

A szakadási nyúlás meghatározásának technikái és a nyúlásmérések eltérése

BOCZ ANDRÁS okl. vegyészmérnök, szakmérnök • KISS BALÁZS anyagmérnök • MÁRKUS DÉNES mérnök-informatikus, gépészmérnök
NARANCSIK ZSOLT hegesztő szaküzemmérnök, minőségügyi mérnök DUNAFERR Labor Nonprofit Kft.

Az ISO 6892-1 szabványnak megfelelő szakítógép rendelkezik nyúlásmérő készülékkel. A nyúlásmérő kialakításától függően a vizsgálat teljes ideje alatt, vagy csak a próbatest néhány százalékos alakváltozásáig méri annak nyúlását és vezérli a vizsgálatot. A próbatest szakadási megnyúlása kézzel, a felületére rajzolt finom jelek vizsgálat utáni lemérésével is meghatározható. [1] Ebben a cikkben a szakadási megnyúlás meghatározásának technikáit és a nyúlásmérések eltéréseit vizsgáljuk. Az itt publikált eredményeink és észrevételeink különböző gyártótól származó, eltérő típusú szén- és lágyacél-próbatestek vizsgálatából származnak. [2] [3]

BEVEZETÉS

A szakítóvizsgálat a legismertebb mechanikai vizsgálat, a fémipari oktatásokban alapismereti témakörnek számít. [3] A vizsgálandó anyagból készült próbatestet húzóerővel terheljük szakadásig, a terhelő erő, szakítógép fejének elmozdulási és a próbatest alakváltozásainak értékeit rögzítjük. A rögzített jelekből kirajzolható a feszültség-nyúlás diagram, ez az anyag állapottényezőinek (alakítási állapot, vizsgálati sebesség, hőmérséklet) változatlansága mellett az adott mintára jellemző. [4]

A feszültség-nyúlás diagram az úgynevezett mérnöki diagram, jellegzetessége a végén látható látszólagos feszültségcsökkenés. Ennek az az oka, hogy a vizsgálat közben mért erőértékeket a próbatest eredeti keresztmetszeti értékével osztjuk, nem a pillanatnyi keresztmetszet értékével.

Az ISO 6892-1 szabvány a „mérnöki" diagramot tekinti nyúlás-feszültség diagramnak, így a cikk sem tér ki a valós feszültségi diagram témakörre. [1] [2]

Az alapanyaggyártás automatizálása a mechanikai vizsgálatok automatizálását is előrevetíti, ezzel a cégek a vizsgálatra fordított összes időt és a humánerőforrás által befolyásolt mérési bizonytalanságot szeretnék csökkenteni. A robotkarral kiszolgált szakítógép hatékony működésű, amíg a szoftver csak vezérlési-adatgyűjtési feladatokat végez. Azonban a mért és rögzített értékekből a vizsgálati eredmények kiértékelése sokkal komplexebb feladat annál, hogy egy vizsgáló szoftver hibamentesen tudja meghatározni a határozott folyáshoz tartozó értéket. A szoftverek a nem középen szakadó próbatestek nyúlás-meghatározására sincsenek felkészítve.

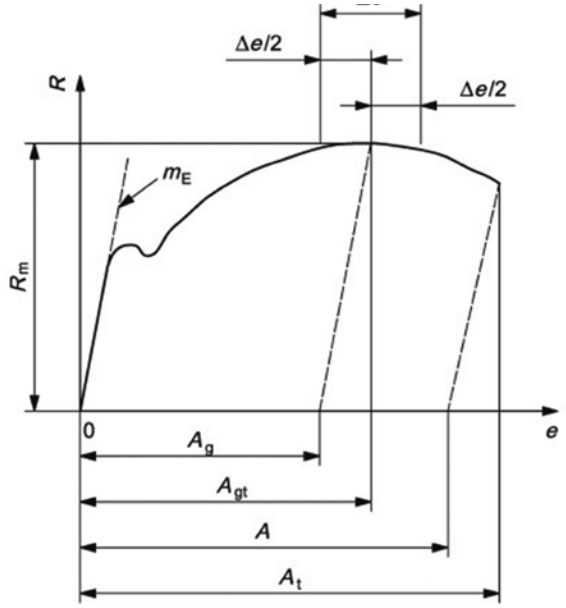
Az általános szakemberhiány miatt erősödő tendencia, hogy egyre több vegyes profilú, anyagvizsgálattal is foglalkozó cég vásárol korszerű, számítógéppel támogatott szakítógépet.

A vevők a megvásárolt új berendezéstől azt várják, hogy a szolgáltatott eredmények minden esetben szabványosak és feddhetetlenek legyenek. Ha a szakítógépgyártó brandje ismert, marketingje átfogó és eredményes, nagy a veszélye annak, hogy a felhasználója kritika nélkül elfogadja a szakító szoftver eredményét akkor is, ha az a szabványelőírástól eltér vagy annak nem felel meg.

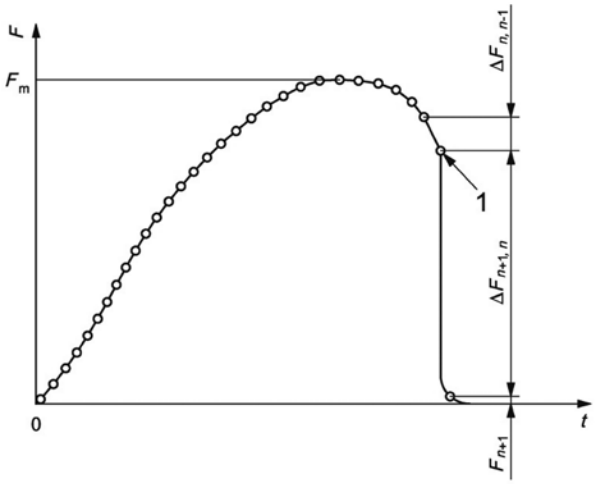
A fenti két ok miatt kezdtük átvizsgálni a nyúlásmérés elméleti és gyakorlati hibalehetőségeit.

SZAKADÁSI MEGNYÚLÁS A SZAKIRODALOM SZERINT

Az ISO 6892-1 szabvány az alábbi modellt veszi alapul a szakadási nyúlás meghatározásához:



1. a ábra: ISO 6892-1:2016

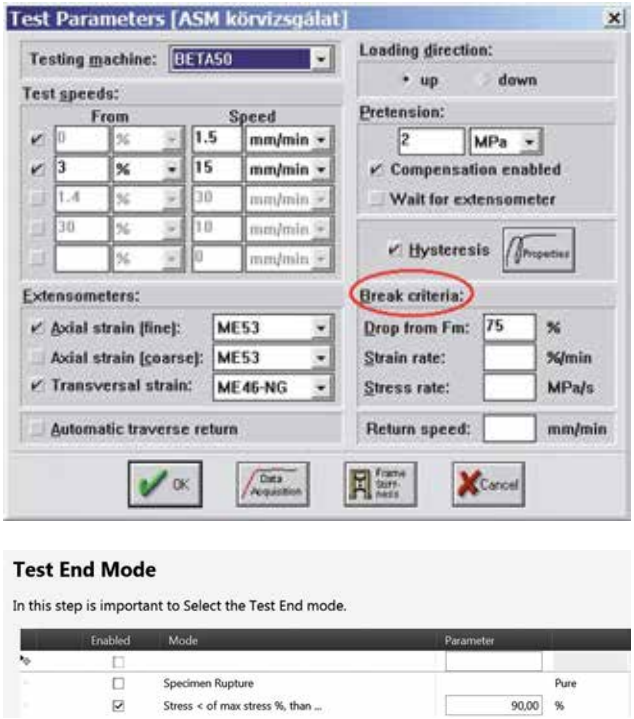


1. b ábra: ISO 6892-1:2016

Az **1. a diagramból** meghatározható a próbatest „A” szakadási megnyúlása és az „At” teljes nyúlás értéke. [1]

A szakirodalmakban található ábráknak a diagram csökkenő ágán, valahol a maximális terhelés negyedénél-harmadánál vége van, itt jelzik a próbatest elszakadását. Ez a „dinamikus szakadás” azonban nem minden próbatestnél történik meg ebben a tartományban, az általunk vizsgált acél próbatestek esetén előfordul, hogy az erő csökkenése egészen a nulla értékig mérhető. [1] [2] [4]

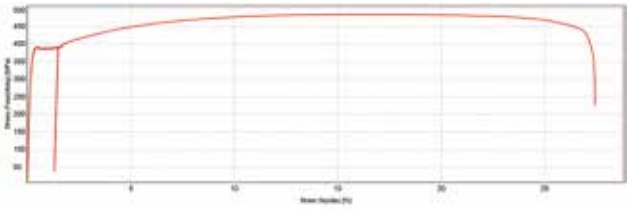
A szoftverrel vezérelt szakítógépeknél a „vizsgálat vége pont” programozható, megadható, hogy milyen feszültségcsökkenési vagy egyéb más értéket vegyen leállítási pontnak a vezérlés. A szabvány **1. b ábrája** útmutatást ad ilyen helyzetekre is. A **2. és 3. ábra** a szoftveres „vizsgálat vége” megadási lehetőségeket mutatja két gyártó szakító programjában.



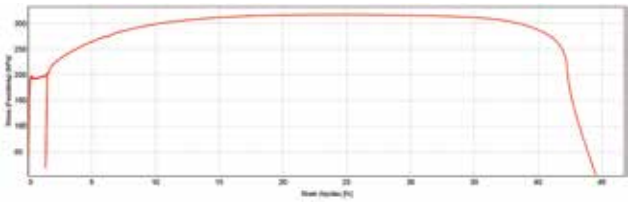
2., 3. ábra: „Vizsgálat vége” megadása
két különböző szakító szoftverben

A „vizsgálat vége pont” programozhatósága miatt előfordul, hogy a jól alakítható acéllemezből készült próbatest nem szakad el az adott leállítási pontban. A vizsgálat vége feltételt 100% feszültségcsökkenésre állítva esetenként rögzíthető a **4. b ábra** szerinti diagram, ilyen esetben a próbatest a vizsgálat végéig egyben marad.

A példákból látható, hogy a szakirodalmakban meghatározott „A” szakadási megnyúlás nem mindig határozható



4. a ábra: 50% feszültségcsökkenésre állított „vizsgálat vége”

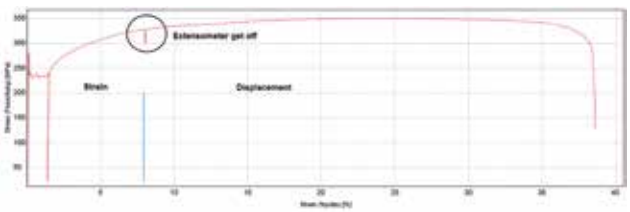


4. b ábra: 100% feszültségcsökkenésre állított „vizsgálat vége”

meg a szakítódiagramról. Több száz acél próbatest vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy az általunk vizsgált anyagoknál az „A” és az „At” értéke közötti eltérés kismértékű, a 0.5% nyúlásértéket nem haladja meg. Ez az érték az ISO 6892-1 szabvány kerekítési értékénél kisebb, ezért tovább nem vizsgáljuk a befolyását.

CLIP-ON NYÚLÁSMÉRŐK

Az ISO 6892-1 szabvány „A method” vezérlés és az egyezményes folyáshatár meghatározása miatt elterjedt a „csíptetős” vagy clip-on nyúlásmérők használata. Ezeket a nyúlásmérőket a nagy mérési pontosság és a kis elmozdulási képesség jellemzi. Az **5. a képen** egy 50 mm eredeti jeltávolságú nyúlásmérő (Le =50 mm) látható, ami 55 mm távolságra tud kinyílni. Mivel a próbatest alakváltozása lényegesen nagyobb, mint amit a nyúlásmérő el tud mozdulni, a szakítógép szoftverében beállítható az a pont, ahol a vizsgálat megállítható és a nyúlásmérő sérülésmentesen eltávolítható a próbatestről. A nyúlásmérő eltávolítása után a szoftver folytatja a vizsgálatot, így a szakítódiagram rajzolását is, de a diagram többi részén már nem nyúlási, hanem a szakítógép fejének elmozdulási jeléből képzett értékeket jelenítenek meg. Az **5. b ábrán** látható egy ilyen hibrid diagram, kék vonallal jelöltük a tényleges nyúlásmérés határát.



5. a, 5. b ábra: Clip-on nyúlásmérő és a hibrid diagram

A hibrid diagram esetében értelemszerűen próbatest-nyúlásról csak addig beszélhetünk, amíg a nyúlásmérő szolgáltatja a mérési jelet, az utána következő diagram-szakasz nem alkalmas az „A” szakadási megnyúlás meghatározására, kivéve ha a nyúlásmérő levétele előtt már elértük az Fm maximális terhelést. [1] [2]

A hibrid diagramok nem megfelelő kiértékelése valótlan szakadási nyúlási értékeket eredményezhet, ezért a szakítógép-gyártók felelőssége lenne, hogy a vizsgáló szoftver figyelmeztessen ilyen esetekben.

FOLYAMATOS NYÚLÁSMÉRÉS VIZSGÁLAT ALATT

Azok a nyúlásmérő eszközök és készülékek, amelyek az egész vizsgálat alatt mérik a próbatest megnyúlását, lehetnek optikai és mechanikus rendszerűek. A laboratóriumok egy része a szakadási megnyúlást a diagramból származtatja és a próbatestet nem jelöli meg a kézi nyúlásméréshez.

Amennyiben a próbatest középen szakad és a szakadási terület a nyúlásmérő jelei/érzékelői közé, középre esik, akkor megfelelő a gépi mérés. Ha a próbatest nem középen szakad vagy a szakadás nem a nyúlásmérő munkaterületének közepére esik, akkor az anyag tényleges nyúlási képességétől kisebb értéket mér a nyúlásmérő.

Az ISO 6892-1 szabvány maximálja a szakadási hely eltérését a jeltávolság közepétől. Az előírás szerint a szakadási helynek a nyúlásmérő jelétől legalább az eredeti jeltávolság (Le) harmadával (Le/3) messzebbre kell esnie. [1]

Ha a szakadás helye nem a próbatest középre és nem a nyúlásmérő két jele között középre esik, akkor a nyúlásmérő jeléből rögzített diagram és az arról meghatározható szakadási nyúlás értéke el fog térni a kézi nyúlásmérésből számolt nyúlásértéktől.

A szabvány lehetőséget ad az „A százalékos szakadási megnyúlás mérése az eredeti jeltávolság felosztásának módszerével” nevű eljárás alkalmazására, ezzel a nem középen

szakadt próbatestek megnyúlása átszámítható „középen szakadt” nyúlásértékekre. [1]

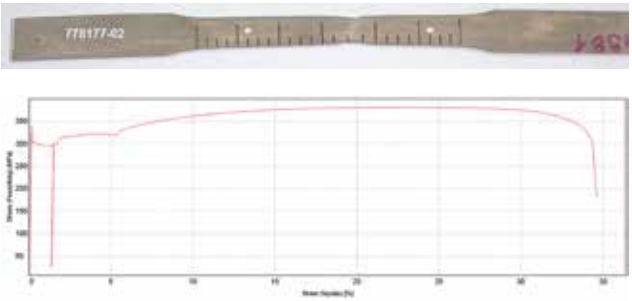
A próbatestek nem középen szakadásának okait és elkerülési lehetőségeit ebben a cikkben nem tárgyaljuk.

ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK

Különböző gyártótól származó, eltérő minőségű acél próbatesteken meghatároztuk a szakadási nyúlások nagyságának eltérését szakadásuk helyének függvényében. Azt vizsgáltuk, mekkora eltérést okoz az anyag tényleges nyúlási képességétől a csak nyúlásmérővel meghatározott szakadási megnyúlás. A vizsgálatoknál a gépi nyúlásméréshez fehér pontpárt, a kézi méréshez nagy pontossággal felrajzolt skálát használtunk. A fehér pontok távolsága 80 mm, a fekete jelek osztásköze 5 mm, a mért szakadási megnyúlás A80 volt.

A **6., 7. képeken** a próbatest közepéhez közel szakadt próbatest képe és diagramja látható. Az anyag tényleges nyúlási képességét jobban közelítő kézi méréstől 0,6 százalékkal tér el a gépi mérés által szolgáltatott szakadási nyúlás. A szakítódiagram arányos.

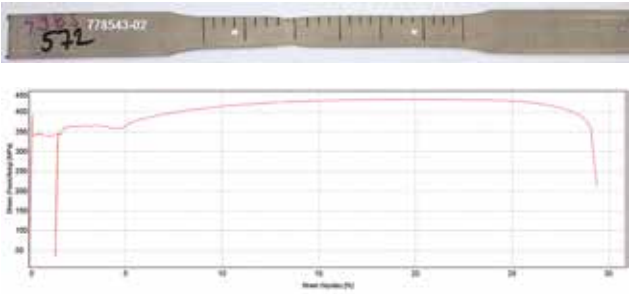
A80 extensometer = 34,3% : A80 manual=34,9%



6., 7. ábra

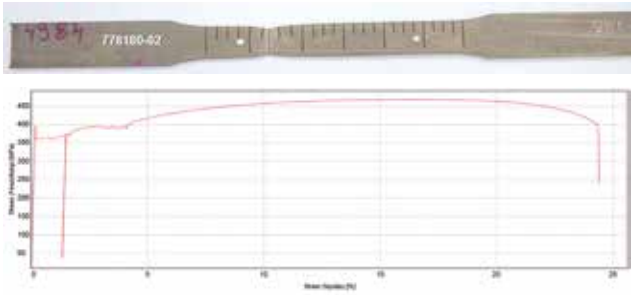
A **8. képen** a szakadás helye a fehér pontok egyharmad – kétharmad arányánál található, a kétféle szakadási megnyúlás értéke közötti különbség 0,9%. A diagram még itt is arányos.

A80 extensometer = 29,1% : A80 manual=30,0%



8., 9. ábra

A80 extensometer = 24,3% : A80 manual=26,8%

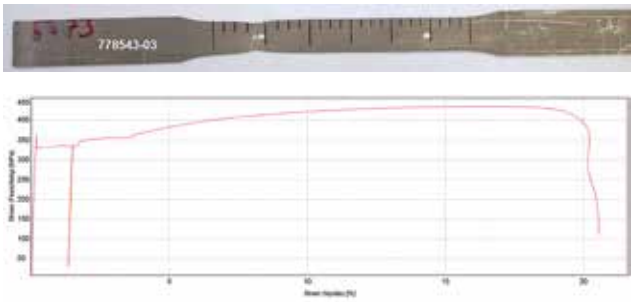


10., 11. ábra

A következő esetben a fehér ponthoz közeli szakadás a nyúlásmérő által mért nyúlásértéket kedvezőtlenül befolyásolja. A két módszer eredményeltérése már jelentős, 2,5%, a diagram torz.

A **12. képen** látható, hogy a fehér ponton történő szakadás következménye a torzult diagram és a 6,6% nyúlás eltérés.

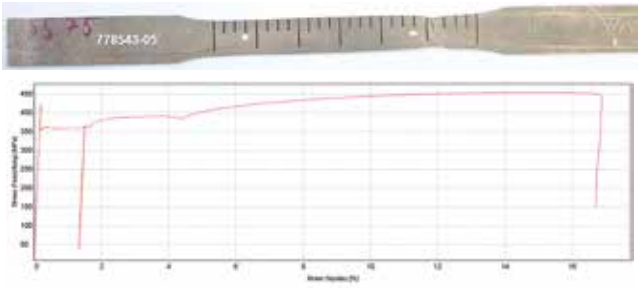
A80 extensometer = 20,5% : A80 manual=27,1%



12., 13. ábra

A **14., 15. képpáron** a nyúlásmérő jeltávolságán kívüli szakadást és a hozzá tartozó diagramot lehet látni. A kézi és a gépi nyúlásértékek eltérése nagy.

A80 extensometer = 16,7% : A80 manual=23,9%



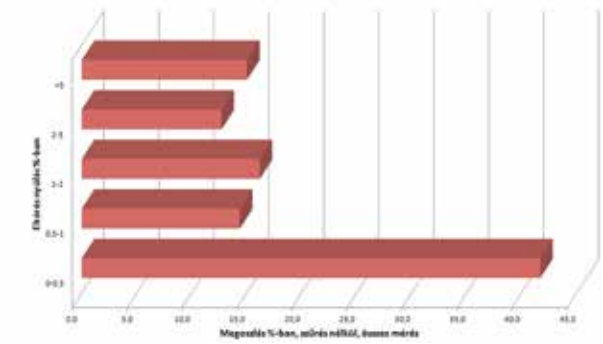
14., 15. ábra

A **12., 13. és 14.,15. képeken** látható, hogy a fehér pontokon kívül vagy a pont közelében szakadt próbatestnél is van olyan fekete osztás, ahol kézi méréssel a szakadási megnyúlás még meghatározható. [4]

Szabvány szerint, ha a jeltávolságon kívül szakadt a próbatest, a mérés még lehet érvényes, ha az így mért nyúlás értéke nagyobb a termékszabványban vagy szerződésben az anyagra előírt értéknél. [1]

MÉRÉSI EREDMÉNYEK

Szakítóvizsgálati fájlok feldolgozásával elemeztük a kézzel és optikai nyúlásmérővel mért A80 szakadási nyúlási értékek eltérését. Az alábbi diagram függőleges tengelyén a próbatesteken mért nyúláskülönbségeket, a vízszintes tengelyén a különbségek – az összes méréshez viszonyított – megoszlását ábrázoltuk.



16. ábra: Kézi és extenzométeres szakadási megnyúlások eltérése

A szakadási megnyúlás értékét az ISO 6892-1 szabvány szerint 0.5 százalékra kell kerekíteni, így vizsgálatunk első csoportját a fél százalék vagy annál kisebb eredménykülönbségű próbatestek képezték, ez az összes mérés 41.7%-a. [1]

A második csoportot a 0,5-1% eltérésű próbatestek alkotják, ez az összes mérés 14,4%-a, a harmadikba az 1-2% különbségűek kerültek, ami az összes mérés 16,2%-a. A negyedik csoport 2-5% határa nagyobb intervallumot ölel fel, ez a csoport az összes mérés 12,7%-át adja. Az öt százaléknál nagyobb eltérésű eredmények az összes mérés 15%-át érték el.

Ha az 1%-os szakadási nyúláseltérést is a szabványos értékű csoporthoz vesszük (mérési bizonytalanság, kerekítések és egyéb szempontok miatt), akkor is a mérések közel 44%-nál jelentkezett 1 százaléknál nagyobb szakadási megnyúláskülönbség.

Vizsgálatainkat többféle, szén- és lágyacél lemezekből kimunkált próbatesten végeztük kézi jeltávozás és megnyúlás mérése mellett nyúlásmérő eszközök használatával.

A fentiek alapján megfogalmazható: minden száz darab próbatestből negyvennégy darabnál legalább 1%-kal kisebb szakadási nyúlás mérhető, ha csak nyúlásmérő használatával történik a mérés.

A fenti témákat összefoglalva az alábbi megállapításokat tettük:

- A clip-on nyúlásmérő hibrid diagramjai, ahol a nyúlásmérő levétele az Fm előtt történik, nem szabványosak, a szakítógép-szoftverek erre nem figyelmeztetnek minden egyes mérésnél.
- A nem középen szakadó próbatestek jelentősen befolyásolhatják a szakadási megnyúlás meghatározási pontosságát. A 43,9 százalékos „találati arány” miatt a cikkünket figyelemfelhívásnak szánjuk a gépkezelőknek, szakítógépgyártóknak és a szabványok készítőinek.

Eredményeink alapján javasoljuk, hogy

- a szakítóvizsgálati szabvány írja elő, hogy a szakadáshoz közelebbi jel és a szakadási hely távolságát kötelező legyen megadni a laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyvekben, ha a laboratórium csak nyúlásmérő eszközzel méri a próbatest szakadási megnyúlását.
- számítógéppel vezérelt szakítógépek esetén, ha a szakadáshoz közelebbi jel és a szakadási hely távolsága kisebb Le/3 értéknél, akkor a szoftver automatikusan jelezze, hogy nem érvényes a nyúlásmérés.
- a clip-on nyúlásmérőt használó, számítógéppel vezérelt szakítógépek esetén legyen kötelező a programnak feltüntetnie, hogy a diagram nem használható a szakadási megnyúlás meghatározására, ha az Fm-érték elérése előtt távolítják el az extenzométert a próbatestről.

A cikkben szereplő képeket a savas pácolással felületkezelt lemezekből készült próbatestek fotóiból válogattuk össze.

HIVATKOZÁSOK

[1] MSZ EN ISO 6892-1:2016 Fémek. Szakítóvizsgálat. 1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten (ISO 6892-1:2016)

[2] ASM International: Tensile Testing. ISBN:0-87170-440-4

[3] *Dr. Gillemot Ferenc:* Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat. ISBN:963-18-1512-9

[4] ASM International: Atlas of Stress-Strain Curves. ISBN:0-87170-240-1

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljai és az acélipar jövője

„Amit ma teszünk, az meghatározza a jövő nemzedék életét."

Rendkívül gyorsuló világban élünk, társadalmi és gazdasági működésünk visszaköszön Földünk ökológiai rendszerének állapotában is. Ahogy jelenleg működünk, az átlagosan éves szinten 1,7 földnyi erőforrás-felhasználást jelent, pedig nem szabadna, hogy ez a szám nagyobb legyen 1-nél. Pályamódosításra van szükség, az új irányt az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célrendszere mutatja meg, amely egy globális jövőképet kíván felvázolni.

FELFÖLDINÉ KOVÁCS ÁGNES fenntarthatósági szakértő, MVAE

A 2015 őszén 193 ország által egyhangúlag elfogadott és 2030-ig szóló Fenntartható Fejlődési Keretrendszer és Célrendszer végrehajtása az ENSZ eddigi egyik legnagyobb vállalkozása.

A 17 fenntartható fejlődési cél (SDG-k) a fejlődés új, egyetemes mércéjét állította fel, ahogyan azt az **1. ábrán** megfigyelhetjük.

A 2030-as fenntartható fejlődési keretrendszer egy jobb jövőt kínál bolygónk egészének és emberek milliárdjainak világszerte, ugyanakkor cselekvésre szólítja fel mind a fejlődő, mind a fejlett országokat: vessenek véget a szegénységnek, kezeljék az egyenlőtlenségeket és birkózzanak meg a klímaváltozás hatásaival 2030-ig.

A nemzeti programok és a nemzetközi együttműködés új korszakát bevezető új agenda valamennyi országot egy sor akcióra kötelezi, amelyek nemcsak a szegénység alapvető okaival foglalkoznak, hanem a gazdasági növekedés és jólét fokozásával, továbbá az emberek egészségügyi, oktatá-

1. ábra: Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljai

si és szociális szükségleteivel, miközben a környezetvédelemre is összpontosítanak.

Azonban a fejlődési célok teljesülését vizsgáló 2019-es jelentés szerint sokkal lassabb a végrehajtás üteme, mint ami a fordulathoz szükséges lenne. A jelentés szerint 2030-ra 700 millió embernek kellene elhagynia lakhelyét a vízhiány miatt. A globális fogyasztás és annak ökológiai lábnyoma rohamosan nő. Az energiához való hozzáférés esetében és a nyomornegyedekben élők számának csökkenésében javulás tapasztalható.

A fejlődési célok előrehaladását azonban alapvetően átírja a COVID-világjárvány. Következtében a szegénység felszámolása, az egyenlőtlenség csökkentése, az éhezés megszüntetése, az egészségügyi célok, a minőségi oktatás, de még a vízhez való hozzáférés terén is jelentősen romló mutatókról lehet beszámolni. Az adósságállomány és a munkanélküliek száma drasztikusan megugrott. Pozitívum, hogy némileg tisztult a városi levegő, csökkent az üvegházhatású gázok kibocsátása és csökkent a fogyasztás is. Emellett a szárazföldi és vízi biodiverzitás terén is történt némi javulás 2020-ban. Ugyanakkor 80 millióra nőtt a menekültek száma és 270 millióra az elvándoroltak száma, ami szintén a társadalmi mutatók meredek romlását mutatja.

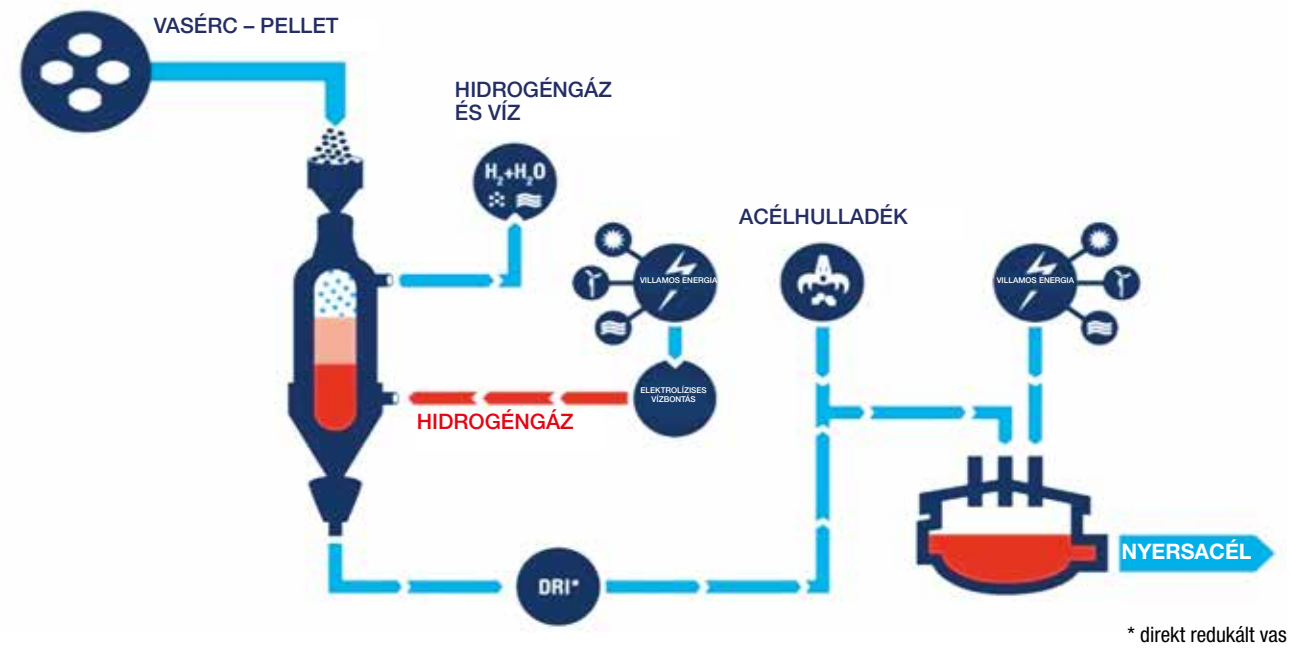
Ahhoz, hogy fejlődésünk fenntartható legyen, megfelelően kell kezelni a humántőkét, a társadalmi tőkét, a természeti tőkét, az épített tőkét (infrastruktúra), a gazdasági tőkét (gazdaság) és a pénztőkét is. Egyik sem indulhat hanyatlásnak. A fenntartható fordulat elkerülhetetlen, az irányváltást a jövő nemzedékéért kell megtennünk. [1]

FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI CÉLOK AZ ACÉLIPARBAN

A világ gazdaságában az acél központi fontosságú, mivel az egész értéklánc mentén alátámasztja a fő feldolgozóipari ágazatok fejlődését és nagy előnye, hogy az acél 100%-ban újrahasznosítható.

A fenntarthatósági célok elérése érdekében, azonban mint a legtöbb ipari szektor, az acélipar sem tudja magát kivonni az össztársadalmi kihívások, például a hatékony erőforrás-menedzsment, a klímaváltozás, a fenntarthatóság, a

2. ábra: Acélipari zöld fordulat



3. ábra: Hidrogénalapú direkt redukció

szociális mobilitás, a modern városi környezet és az innovatív társadalmak jelentette kihívások alól. Az acéliparban is zöld fordulatra van szükség (**2. ábra**).

Az áttörést jelentő acélelőállítási technológiák hidrogén- és megújulóenergia-alapúak; ez azt is jelenti, hogy begyűjtik és tárolják vagy nyersanyagként felhasználják a CO_2-t, hogy termelésük környezeti lábnyoma a lehető legjobban közelítsen a nullához (**3. ábra**).

Támogató infrastruktúra és a szabályozási keretek mellett az ágazat képes olyan új technológiákat kifejleszteni, előmozdítani és bevezetni, amelyek 80-95%-kal csökkenthetik az acéltermelés szén-dioxid-kibocsátását, így járulva hozzá a fenntartható fejlődési célokhoz.

Ennek a technológiaváltásnak a tőkeigénye és működési költségei jelentősek, az így előállított acél tonnánkénti költségei 35-100 százalékkal magasabbak a hagyományos technológiához képest. Ez az oka annak, hogy az alacsony széndioxid-kibocsátású jövőbe való acélipari átmenet nagymértékben függ a megfelelő támogató feltételek meglététől.

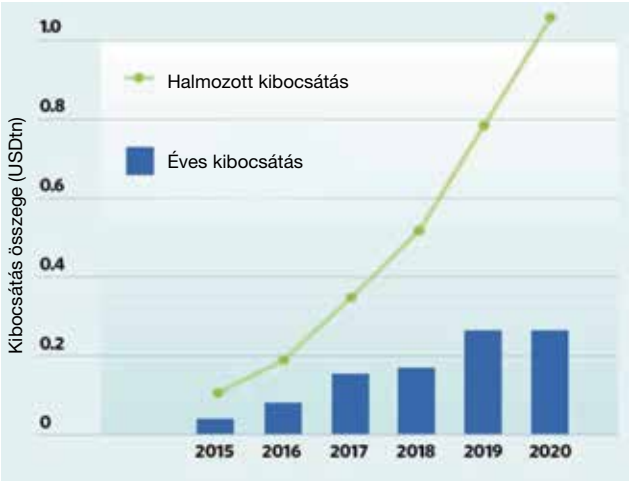
A ZÖLD KÖTVÉNYEK

A fentiekből következik, és az elmúlt években világszerte elfogadottá vált, hogy a klímaváltozástól és a többi környezeti rendellenességtől a pénzügyi közvetítőrendszer sem függetlenítheti magát, és a támogató szerepe jelentős a fenntartható fejlődési célok elérésében. Ebben segítenek a fenntarthatósági fejlődési célokhoz kapcsolódó pénzügyi eszközök, a zöld kötvények.

A zöld kötvényekkel bármilyen vállalati tevékenység megfinanszírozható, a tudományosan alátámasztott fenntarthatósági célokat a kötvény kibocsátója határozza meg. A célok nem teljesülése esetén a büntetés a kötvény kamatában jelenik meg.

A kötvények négy fő típusra oszthatók: zöld kötvény (green bond), társadalmi kötvény (social bond), átállási kötvény (olyan vállalatok bocsátják ki, amelyek jelenleg nem zöldek és a fenntartható átállásban érdekeltek a jövőben, fő céljuk a nehézipar dekarbonizációja) és fenntarthatósági kötvény (bevételéből társadalmi és zöld projektek finanszírozhatók).

Green Issuance: Zöld kibocsátás 2015-2020



4. ábra: Zöld kötvények és pénzügyi termékek

Ezen kötvények piaca ma még nehezen mérhető, de a kibocsátások volumene évről évre jelentősen nő (**4. ábra**). 2021-ben erős növekedést várnak globális szinten, a kötvénykibocsátások értéke elérheti a 450 milliárd dollárt. [2]

Összefoglalásként elmondható, hogy az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljainak jelenlegi megvalósítási üteme a 2030-as zöld fordulathoz nem elégséges, a célok megvalósulását a COVID-járvány is lassítja.

Támogató feltételek, nevezetesen a megfelelő infrastruktúra és a szabályozási keretek esetén az acélipar teljes mértékben elkötelezi magát az éghajlati és fenntartható növekedési célkitűzések mellett és képes megvalósítani a zöld fordulatot az iparágban.

A nagyvállalati és kormányzati fenntarthatósági célok elérése nem valósítható meg a ma ismert technológiákkal, ezért nagyon nagy azoknak a pénzügyi eszközöknek a szerepe, amelyekkel a diszruptív technológiák (az acéliparban a hidrogén- és megújulóenergia-alapú technológiák) megfinanszírozhatók.

HIVATKOZÁSOK

[1] *Körösi Csaba*: Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok teljesülésének és előrehaladásának értékelése előadás

[2] https://www.eurofer.eu/publications/position-papers/a-green-deal-on-steel-update/

[3] *Lukács Ákos:* A fenntarthatósághoz kötött kötvénypiacok és üzleti lehetőségek bemutatása előadás

NIÓBIUM,

AZ ACÉL KÜLÖNLEGES GEOPOLITIKAI STÁTUSZÚ MIKROÖTVÖZŐJE

A nióbium (Nb) a periódusos rendszer 5. csoportjában található, szürkés színű, fényes, képlékeny, paramágneses átmenetifém. Elektronkonfigurációja a külső héjakon atipikus az 5. csoportban. Bár feltételezik, hogy térben középpontos köbös kristályszerkezettel rendelkezik az abszolút nulla foktól olvadáspontjáig, a három kristálytani tengely mentén végbemenő hőtágulás nagy felbontású mérései olyan anizotrópiákat tártak fel, amelyek nincsenek összhangban a köbös szerkezettel.
A nióbium a becslések szerint a földkéreg 34. leggyakoribb eleme 20 ppm-mel.

PORTÁSZ ATTILA technológiai szakértő, MVAE

Egyesek azonban úgy gondolják, hogy előfordulása a Földön sokkal gyakoribb, de nagy sűrűsége miatt inkább a Föld magjában koncentrálódik. Elemi állapotban nem fordul elő a természetben, a nióbiumot tartalmazó ásványok szinte mindig tantált is tartalmaznak. Nevét a görög mitológiából ismert tragikus sorsú Niobé thébai királynőről, Tantalosz leányáról kapta. Felfedezése az angol vegyész *Charles Hatchett* nevéhez fűződik. 1801-ben a tantálhoz hasonló új elemről számolt be, amit kolumbiumnak nevezte. *Heinrich Rose* német vegyész 1846-ban megállapította, hogy a tantálércek tartalmaznak egy második elemet, amelyet nióbiumnak nevezett el. 1864 és 1865 között egy sor tudományos megállapítás tisztázta, hogy a nióbium és a kolumbium ugyanaz az elem. Ettől függetlenül egy évszázadon át mindkét elnevezés

használatban maradt. A nióbium elnevezés 1949-ben vált hivatalossá az IUPAC, a kémiai nevezéktannal foglalkozó nemzetközi bizottság határozata alapján, de a kolumbium nevet a mai napig használják az Egyesült Államokban, főleg a kohászat területén.

A nióbium fizikai és kémiai tulajdonságai alapvetően meghatározzák felhasználási területét. A kitermelt nióbium (2019-ben 74 000 tonna) közel 90%-át az acélkohászatban használják fel a szilárdságot és szívósságot egyszerre javítani képes mikroötvözőként. Mindezt magas karbid- és nitridképző potenciálja révén a melegalakítás hőmérséklettartományában kifejtett szemcsedurvulást gátló hatása segítségével éri el. A világon előállított nyersacél (2019-ben 1,87 milliárd tonna [1]) kb. 8%-a, míg a Magyarországon előállított nyersacél kb. 20%-a nióbiummal néhány század, legfeljebb tized tömegszázalékban mikroötvözött. Ezek az acélok jellemzően nagy szilárdságú csővezetékek, járműalkatrészek, acélszerkezetek alapanyagául szolgálnak. A nióbiumot magas olvadáspontja miatt turbinákhoz, repülőgép- és rakétaalkatrészekhez használt szuperötvözetekben is alkalmazzák [2]. Szupravezető tulajdonságai miatt megtalálható többek között MRI-készülékekben is. A CERN 2008-ban átadott részecskegyorsítójának építése alatt a világ teljes nióbium-termelésének jelentős részét az LHC szupravezető mágneseibe építették be.

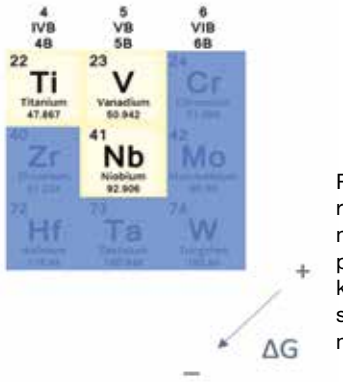
A gazdaságos kitermeléshez elegendő mennyiségű nióbiumot általában valamilyen oxid formában tartalmazó ásványok, mint például a kolumbit vagy a tantalit előfordulása rendkívül ritka. Tulajdonképpen mindössze három jelentős nióbium bánya működik a világon, a kanadai Quebec tartományon kívül Brazíliában található a két legnagyobb nióbium-lelőhely (Araxá, Catalão) [3]. 2019-ben a brazil nióbiumkészleteket 11 millió, míg a kanadai tartalékokat 1,6 millió tonnára becsülték. Csak ezek a már feltárt készletek, ha rendkívül dinamikus növekedést is feltételezünk a felhasználás terén, akkor is legalább 100 évig képesek lesznek fedezni az acélipari igényeket.

A globális nióbium kitermelés alakulása [4]

A világ nióbiumtermelésének közel 90%-át Brazília adja [5], melynek 85%-át a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) vállalat Araxá mellett található lelőhelye biztosítja. A CBMM többségi tulajdonosa egyetlen család. A Moreira Salles család 2011-ben 3,9 milliárd amerikai dollárért értékesítette a vállalat részvényeinek 30%-át egy ázsiai acélgyártókból álló konzorcium számára [6]. A nióbium iránti folyamatosan növekvő kereslet hatására az új lelőhelyek felkutatása folyamatos, azonban az új, ígéretes lelőhelyek geopolitikai szempontból olyan rendkívül érzékeny területeken helyezkednek el (mint például Ruanda vagy Nigéria), melyek az ellátásbiztonságot csekély mértékben lesznek csak képesek fokozni a közeljövőben. Annál is inkább, mert az afrikai bányászatban a kínai befolyás folyamatosan nő.

Mivel a Nb gazdasági szempontból rendkívül jelentős fém és az ellátásbiztonság kockázatai – elsősorban a korlátozott számú forrás miatt – magasak, ezért már évekkel ezelőtt felkerült az Európai Bizottság által meghatározott, az EU számára kritikus fontosságú nyersanyagok listájára. Az Unió nióbium importfüggősége 100%-os, az újrahasznosítási arány rendkívül alacsony, mindössze 0,3% [7].

Fentiek tükrében felmerül a kérdés, hogy mivel lehetne helyettesíteni a nióbiumot például a HSLA-acélok előállítása során? Nézzük az acélgyártás tekintetében fontos fémtani faktorokat.



Részlet a periódusos rendszerből, az elemek nemfémes vegyületet képző potenciáljával kiegészítve, kiemelve a gyakorlati szempontból is jelentős mikroötvöző elemek [8]

Az ábrán látható elemek karbid- és nitridképző hajlama a jobb felső saroktól a bal alsóig nő. A 6. csoport elemeinek (króm, molibdén, volfrám) karbidjai ortorombos vagy hexagonális, míg a 4. és 5. csoport elemeinek karbidjai lapközepes köbös rácsszerkezetűek. Ez utóbbi struktúra kedvezőbb az ötvözet alapfém rácsszerkezetével való kohézió, ennek megfelelően az ötvözet mechanikai tulajdonságai szempontjából. Ahhoz, hogy a mikroötvöző elemek hatékonyan módosítsák az acél tulajdonságait, a melegalakítás és a lehűlés során kiválásokat kell képezniük. Ennek alap-

feltétele, hogy magasabb hőmérsékleten oldatba menjenek, szilárd oldatot képezzenek az alapfémmel. Az oldódás annál hatékonyabb, minél kisebb az alapfém és az ötvöző atom átmérője közötti különbség. A kilenc elem közül a cirkónium és a hafnium atomsugara mutatja a legnagyobb eltérést a vasatométól (Zr +25%, Hf +31%), ennek megfelelően ezek az elemek szilárd oldatot a vassal gyakorlatilag nem képeznek. [8] A tantál mikroötvözőként történő alkalmazását elérhetősége és rendkívül magas ára is erősen korlátozza. A HSLA-acélok esetén tehát a kis mennyiségben is jelentős tulajdonságváltoztatásra potenciálisan alkalmas elemek közül fizikai-kémiai és egyéb ésszerű megfontolásokból karbid- és nitridképző mikroötvözőként a nióbium, a vanádium és a titán használata terjedt el. Utóbbi három elem közül egységnyi Nb adagolása képes a legnagyobb szilárdságnövekmény létrehozására többek között azáltal, hogy szemcsefinomító hatása a legerősebb. A vonatkozó szakirodalom alapján megállapítható továbbá az is, hogy egy bizonyos szint alatti ferrit szemcseméret létrehozására a másik két elem önmagában az adagolt mennyiségtől függetlenül alkalmatlan.

Elmondható tehát, hogy pillanatnyilag a modern, nagy szilárdságú acélok gyártásához a nióbium nélkülözhetetlen. Éppen ezért rendkívül fontos, globális szinten is stratégiai jelentőségű kihívás az ellátási források földrajzi diverzifikálása.

Ha már a helyettesíthetőség jelenleg nem megoldott, fontos kérdéssé válik az egységnyi acél gyártásához felhasznált mennyiség is, nemcsak ellátásbiztonsági, de a működés költséghatékonysága szempontjából is, ugyanis a nióbium drága. Egy kilogramm 65% Nb-tartalmú ferronióbium segédötvözet világpiaci ára 2020-ban meghaladta a 25 amerikai dollárt. Az árak pedig a dinamikusan bővülő kereslet miatt tartósan növekvő trendet fognak követni, főleg abban az esetben, ha nem sikerül új lelőhelyek feltárásával a kínálat diverzifikálása.

Az ISD DUNAFERR Zrt.-nél az elmúlt évtizedekben számos sikeres projekt zajlott az ötvözőanyag felhasználás optimalizálása területén. Elég csak az ötvözés során a hasznosulás javítására, illetve a meleghengerműi hőmérsékletvezetés optimalizálására irányuló kísérletek eredményeire gondolni. A legutóbbi kapcsolódó kutatás a technológiai főosztály Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalánál K+F minősítést nyert „*Melegen hengerelt, Nb-al mikroötvözött QStE 380 TM acél gyártástechnológiai paramétereinek hatása a lemez anizotrópiájára, a mechanikai és szerkezeti tulajdonságok irányfüggése a termomechanikus hengerlési eljárás során kialakuló szövetszerkezettől*” című projektje volt. A munka alapvetően a különböző gyártástechnológiai paraméterekkel előállított, Nb-mal mikroötvözött HSLA-acélok szemcseméret-eloszlásfüggvényeinek és a mechanika anizotrópia összefüggésrendszerének feltérképezésére irányult *dr. Mucsi András* és *Palkovics Miklós* technológiai szakértők tudományos illetve projektvezetésével, a vállalat duális anyagmérnök hallgatóinak bevonásával. A kutatás rendkívül értékes eredményekkel szolgált többek között adott acélminőség továbbfeldolgozás-specifikus meleghengerlés-technológiai paramétereinek meghatározása mellett, a fajlagos Nb-felhasználáscsökkentéssel kapcsolatos jövőbeli fejlesztési irányok kijelölése terén is.

HIVATKOZÁSOK

[1] World Steel Association (worldsteel) – World Steel in Figures, 2020

[2] *Klaus J. Schulz, Nadine M. Piatak, John F. Papp* – Niobium and Tantalum, Chapter M of Critical Mineral Resources of the United States – Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply, U.S. Geological Survey, 2017

[3] *Duncan A. R. Mackay, George J. Simandl* – Geology, market and supply chain of niobium and tantalum – a review, Mineralium Deposita vol. 49, 2014

[4] United States Geological Survey – Mineral Commodity Summaries, 2000-2020

[5] *A. H. Tkaczyk, A. Bartl, A. Amato, V. Lapkovskis* and *M. Petranikova* – Sustainability evaluation of essential critical raw materials: cobalt, niobium, tungsten and rare earth elements, Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 51, 2018

[6] *Yuri Vasconcelos* – The niobium controversy, Pesquisa Fapesp International, issue dec. 2019

[7] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the 2017 list of critical raw materials for the EU, Brussels, 13.9.2017 COM(2017) 490 final, 2017

[8] *Portász A.* – Termomechanikusan hengerelt HSLA-acélok gyártástechnológiai paramétereinek a mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatása, ME MAK Kutatószeminárium, 2019

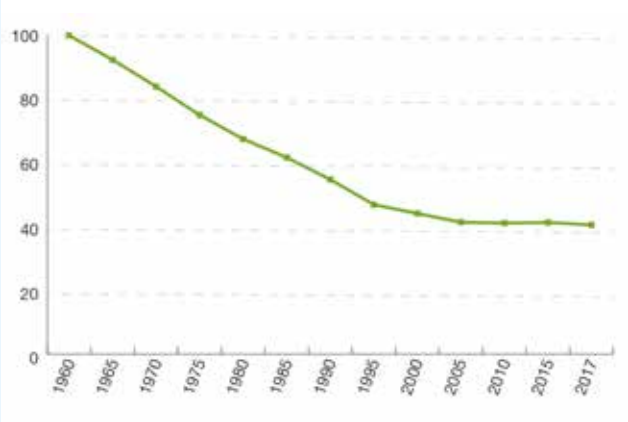
Mit kell tudni az acélipar energiafelhasználásáról?

Az acélipar folyamatosan optimalizálja energiafelhasználását. Az acélgyártás energiahatékonysága kulcsfontosságú az ipar versenyképességének biztosítása és a környezeti hatások, például az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának minimalizálása érdekében. Az acél szinte végtelen életciklusa alatt, a 100% újrahasznosíthatóságának, tartósságának és könnyűszerkezeti képességének köszönhetően sok energiát takarít meg.

A világ nyersacéltermelése 2019-ben elérte az 1869 millió tonnát. Az előrejelzések szerint az elkövetkező években az acélfelhasználás folyamatosan emelkedni fog, hogy kielégítse a növekvő igényeket.

ENERGIAFELHASZNÁLÁS AZ ACÉLGYÁRTÁSBAN

Az acélgyártás energiaigényes gyártási folyamat. Mindazonáltal az acélgyártás folyamán az energia hatékony felhasználását és visszanyerését egy-egy vertikumon belül és kívül is kifinomult energiagazdálkodási rendszerek biztosítják. Az energiahatékonyság javítása 1960 óta körülbelül 60%-kal csökkentette az egy tonna nyersacél előállításához szükséges energiát, amint azt az **1. ábra** is mutatja.[1]



1. ábra: Indexált globális energiafogyasztás/tonnánkénti nyersacéltermelés

A worldsteel tagjainak segítségével és azok számára átfogó és folyamatspecifikus energia-benchmarking rendszert dolgozott ki. A vállalati adatszolgáltatások alapján a worldsteel tagjai összehasonlíthatják teljesítményüket az egyes folyamatok referenciaszintjével, és meghatározhatják, hogy a folyamat melyik összetevője tér el a referenciától.

A worldsteel emellett kifejlesztett egy globális és regionális életciklus-nyilvántartási (LCI) adatbázist 17 acéltermékre, amely az első pillanattól az utolsóig biztosítja a környezeti inputokat és outputokat, nyomon követve az erőforrások felhasználását (nyersanyagok, energia és víz), valamint a levegőbe, vízbe és földbe történő kibocsátást. Az LCI-adatok kérésre elérhetőek a worldsteel.org weboldalon.

ENERGIAFELHASZNÁLÁS ÉS A KAPCSOLÓDÓ KÖLTSÉGEK

- Az acélgyártás költségeinek jelentős – 20%-tól 40%-ig terjedő részét, az energia teszi ki.[2,3] Így az energiahatékonyság javítása csökkenti a termelési költségeket, és javítja a versenyképességet.
- Az acélgyártó létesítmények energiahatékonysága az előállítási útvonaltól, a felhasznált vasérc és szén típusától és minőségétől, az acéltermék-mixtől, a működés szabályozásának technológiájától és az anyaghatékonyságtól függően változik.
- Az energiát közvetett módon is felhasználják a nyersanyagok bányászatához, előkészítéséhez és szállításához. A ko-

Forrás: worldsteel

Fordította: FELFÖLDINÉ KOVÁCS ÁGNES fenntarthatósági szakértő, MVAE

hó-konverteres oxigénkemence (BF-BOF) útvonalon ez az acél előállításához szükséges összes energia körülbelül 9%-át teszi ki, beleértve a nyersanyag-kitermelést és az acélgyártási folyamatokat. Az elektromos ívkemencében történő gyártás (EAF) esetén ez az összes energiaigény 6%-át teszi ki.[4] (Az acélgyártási útvonalak részleteit lásd a **2. ábrán**.)

- A BF-BOF energiafelhasználásának körülbelül 89%-a szénből, 7%-a villamos energiából, 3%-a földgázból és 1%-a egyéb gázokból származik. Az EAF útvonala esetében a szénből származó energiafelhasználás 11%, a villamos energia 50 %, a földgázból 38 %, és 1% más gázokból származik.

AZ ACÉLIPAR ENERGIAFELHASZNÁLÁSÁRÓL

Energiafelhasználás redukálószerként

- Az elsődleges acél előállítása energiaigényesebb, mint a hulladék felhasználásával előállított másodlagos acél előállítása (lásd a **2. ábrát**), mivel kémiai energia szükséges a vasérc vassá történő redukálásához, szénalapú redukálószerekkel. Mivel a redukció nem szobahőmérsékleten megy végbe, a redukálószerek, például a szén, a koksz és a földgáz is energiát szolgáltatnak a szükséges hőhöz.
- A szénből magas hőmérsékleten, oxigénhiányos tüzeléssel készített koksz a vasérc elsődleges redukálószere, de más üzemanyagokat is használnak a koksz egy részének helyettesítésére.
- Az integrált acélgyártó vertikumban a szén energiatartalmának kb. 75%-át a kohóban fogyasztják el, ahol koksz formájában többféle szerepet tölt be: kémiai reduktorként, a kemenceterhelés támogatójaként és üzemanyagként működik. A fennmaradó 25%-a hőt szolgáltat a zsugorító és kokszoló üzemekben, és melléktermék-gáz formájában a folyamat különböző szakaszaiban energiaforrásként is szolgál, más tüzelőanyagokat helyettesítve. [5]

Az **1. táblázat** bemutatja az acélgyártásnál felhasznált főbb energiafajtákat és azok felhasználását energiaként és redukálószerként.

Energia bemenet	Alkalmazás energiaként	Alkalmazás energiaként és redukáló szerként
Szén	Nagyolvasztó (BF), zsugorító és kokszoló üzem	Kokszgyártás, BF porszén-injektálás
Villamos energia	EAF, hengerművek és motorok	
Földgáz	Kemencék, áramfejlesztők	BF injektálás, DRI termelés
Olaj	Gőztermelés	BF injektálás

1. sz. táblázat: Az energia felhasználása az acélgyártásban

Melléktermék-gázok

- A melléktermék-gázok, a kokszolói kemencegáz (kokszgáz), a kohóból (BF) származó kohógáz és a konverteres oxigénkemencéből (BOF) származó konvertergáz felhasználásával fosszilis tüzelőanyagokat és energiaforrásokat takarítanak meg. Felhasználásuk jellemzően hozzájárul az acélgyár energiaigényének több mint 60%-ához, és/vagy közvetlen tüzelőanyag-helyettesítőként, vagy villamosenergia-termelésre használják.[6]
  Alternatív megoldásként a gázok felhasználhatók energiatermelésre, vagy eladhatók, felhasználhatók a telephelyen kívül is. Csak akkor fáklyázzák el, ha nincs más felhasználási lehetőség.
- Ma már létezik olyan technológia, amely lehetővé teszi a CO_2 megkötését és értékesítését, van például olyan acélgyártó üzem, amely a közeli gázüzemet évente 50 000 tonna szén-dioxiddal látja el.

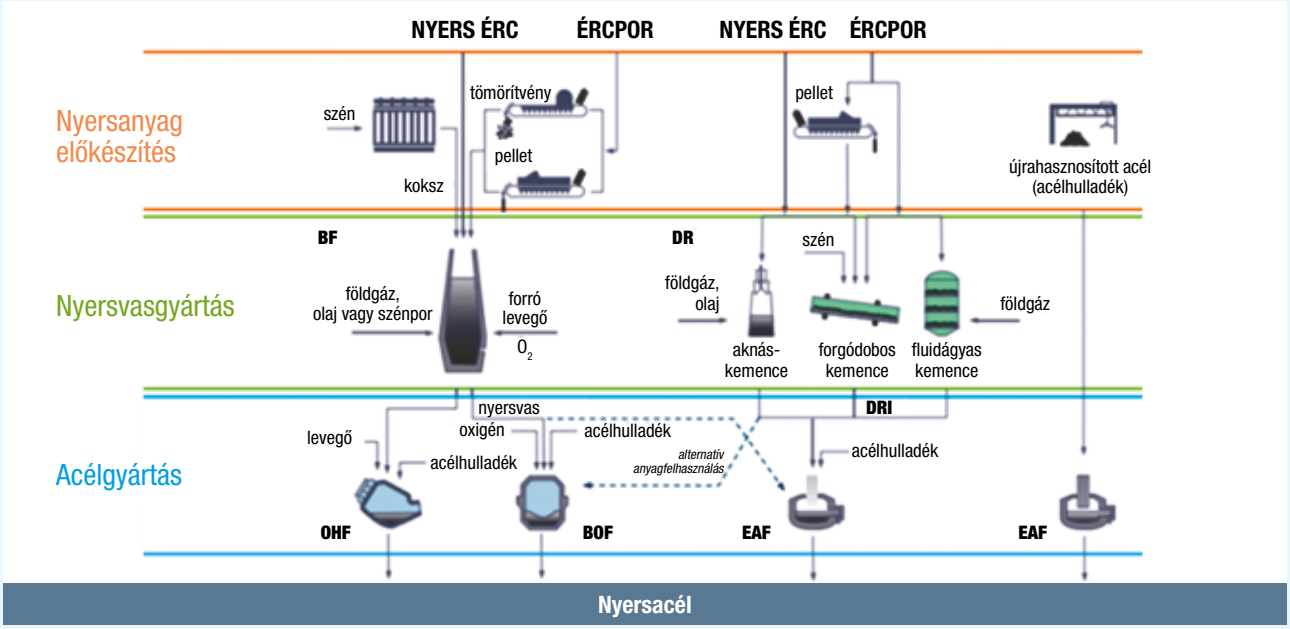
AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG JÖVŐBELI JAVÍTÁSA

- A ma elérhető legjobb technikával működő acélgyártási folyamatok optimális energiafelhasználással dolgoznak.
- Az acéliparban középtávú energiahatékonyság-javulás technológiaátadással várható, vagy világszerte az elavult acélgyárakban a rendelkezésre álló legjobb technológiák alkalmazásával.
- Az áttörést jelentő technológiák várhatóan jelentős változásokhoz vezetnek az acél gyártásának módjában 2030-tól és azon túl.

AZ ACÉLGYÁRTÁS ALAPJAI

Az acél előállításának primer és szekunder eljárásait a **2. ábra** mutatja. Az acélt két fő útvonalon állítják elő: a nagyolvasztó oxigénes konverter kemencében (BF-BOF) és az elektromos ívkemencében (EAF). A gyártási utak variációi és kombinációi is léteznek.

A BF-BOF útvonalon előállított acél nyersanyagai a vasérc, a szén, a mészkő és az acélhulladék. A világon az acél körülbelül 75%-át a BF-BOF útvonalon állítják elő. Először is a vasérceket vassá redukálják, ekkor forró fém vagy nyersvas keletkezik. Ezután a nyersvas átalakul acéllá a BOF-ban. Öntés és hengerelés és/vagy bevonás után az acélt szalagként, lemezként, profilként vagy rúdként szállítják.



2. ábra: Acélgyártási útvonalak

Az EAF-ban gyártott acél esetében villamos energiát használnak az acélhulladék megolvasztására. Az üzem konfigurációjától és az acélhulladék rendelkezésre állásától függően más fémvas források is használhatók, például közvetlen redukált vas (DRI) vagy nyersvas. Az acél kívánt kémiai összetételét adalékanyagokkal állítják be. Az elektromos energia kiegészíthető az EAF-ba befecskendezett oxigénnel. Az acélgyártási folyamat utáni szakaszok, mint például az öntés, az újramelegítés és a hengerlés, hasonlóak a BF-BOF útvonalon leírtakhoz. A világon termelt acél körülbelül 25%-át az EAF-technológiával állítják elő.

A legtöbb acéltermék évtizedekig vagy akár évszázadokig használatban van, mire hulladékká válik, és csak ezután lesznek újrafelhasználhatók, újragyárthatók vagy újrahasznosíthatók. Ezért nincs elég újrahasznosított acél a növekvő kereslet kielégítésére. Az igényeket a BF-BOF és az EAF gyártási útvonalak együttes alkalmazásával lehet kielégíteni. Mindkét gyártási út felhasználja a visszanyert acélhulladékot. Következésképpen minden új acél tartalmaz újrahasznosított acélt.

AZ ACÉLTERMÉK ÉLETCIKLUSA ALATT AKÁR ENERGIÁT IS MEGTAKARÍTHAT

Míg az acéltermékek előállításához energiára van szükség, az életciklusuk alatt megtakarításokat is kínálhatnak a késztermékek, néha nagyobbat is, mint az előállításuk során felhasznált energia.

Például 20 év alatt egy három megawattos szélturbina 80-szor több energiát képes termelni, mint amennyit a felhasznált anyagok gyártásához és karbantartásához használnak fel.[7]

ACÉL A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁGBAN

Az acél más módon is csökkentheti a termék életciklusának energiafelhasználását és kibocsátását azáltal, hogy az erőforrások értékét maximalizálja a jobb terméktervezés, hasznosítás és újrafelhasználás, újragyártás és újrafeldolgozás révén. A témával kapcsolatban további információk olvashatók a worldsteel honlapján, a körforgásos gazdaság címszó alatt.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Steel contribution's to a low carbon future, worldsteel, 2019
2. Saving One Barrel of Oil per Ton (SOBOT). American Iron and Steel Institute, 2005
3. The State-of-the-Art Clean Technologies (SOACT) for Steelmaking Handbook, 2nd Edition, Asia Pacific Partnership for Clean Development and Climate, 2010, asiapacificpartnership.org
4. Calculated from worldsteel LCI database, 2018
5. Calculated from worldsteel LCI database, 2018
6. Energy use int he steel industry report, worldsteel, 2014
7. Danish Wind Indrusty Association, windpower.org

Vízgazdálkodás az acéliparban

A helyi vagy regionális megközelítés elengedhetetlen ahhoz, hogy optimális vízgazdálkodási gyakorlatot és szabályzást hozzunk létre.

worldsteel ASSOCIATION

MVAE

Fordította: HORVÁTH MÁRTON Forrás: worldsteel

Bevezetés

Az acéliparban elengedhetetlen kritérium a vízgazdálkodás fenntarthatósága, tekintve, hogy a víz kulcsfontosságú a közösség számára is.

Annak ellenére, hogy az acélipar működtetéséhez rengeteg vízre van szükség, ennek a víznek csak minimális része kerül tényleges felhasználásra. A víz nagy része újrahasznosításra kerül, ezután pedig visszaengedik oda, ahonnan kinyerték. Példának okáért, a szükséges vízmennyiség szerepe szinte teljes egészében hűtési folyamatokra koncentrálódik, melynek során mindössze körülbelül 1 százalék a párolgás miatti veszteség, a fennmaradó vízmennyiség pedig változatlan minőségben kerül vissza a tengerekbe, folyókba.

Legtöbb esetben a visszaforgatott víz minősége jobb, mint a rendszerbe bekerülő víz minősége.

A használt hűtővíz hőmérséklete nagyban befolyásolhatja a fogadó vízbázis hőmérsékletét és ökoszisztémáját, így általában szigorú szabályok határozzák meg, hogy milyen formában lehet a hűtővizet visszaengedni a természetes vízbázisba, ezzel csökkentve az esetleges környezeti károkat.

Az acélgyártás során a víz nemcsak hűtőközegként hasznosítható, hanem több munkafolyamatban is alkalmazzák. Például vízkőmentesítésre, valamint felületek tisztítására.

Az acélipar számára a különböző fajtájú vizek rendelkezésre állása kulcsfontosságú. Az édesvíz elérhetősége valamint minősége világszerte hatalmas problémát jelent, és az édesvíz-gazdálkodás a klímaváltozás után kétségkívül a legnagyobb kihívás fenntarthatósági szempontból.

Az édesvízkészletek veszélyben vannak, hiszen a víz iránti kereslet egyre növekszik bolygónk népességének növekedése, valamint az ipari tevékenység fejlődése révén, főként a fejlődő országokban.

Az acélipar komolyan veszi a vízgazdálkodással járó felelősségvállalást, és folyamatosan kutatásokat végez, melyek során a legjobb vízhasználati formákat elemzi, valamint a víz tartósítási folyamatainak és újrahasznosításának fejlesztésén dolgozik.

Csakúgy, mint az acél, a víz is többször felhasználható, újrahasznosítható, melynek során növelni lehet a hatékonyságot, valamint csökkenteni az iránta keletkező keresletet és az árat.

A víz újrahasznosítási formáinak növelésével, valamint a lépcsőzetes vízhasználattal (hasznosítani a leggyengébb minőségű vizet is) az acélipari szereplők jelentősen tudják csökkenteni a felhasznált víz mennyiségét.

A víz körforgása

Az elemzés kulcskérdései

Az acéliparban használt víz több mint 90%-a tisztítva és lehűtve kerül vissza a vízbázisba. A víz, amit visszajuttatunk a természetbe, sokszor tisztább, jobb minőségű, mint a természettől elvont víz.

Amikor a „zéró-szennyvíz" kibocsátási korlátozásokat alkalmazzuk, a törvényhozóknak egy egyetemes környezeti szemlélettel kellene dolgozniuk, elkerülve azt, hogy az egyik negatív környezeti hatás helyett egy másikat eredményezzen a korlátozás.

Az acélipar támogatja a vízlábnyomra vonatkozó ISO 14046:2014 környezetközpontú irányítási rendszert.

Mielőtt bevezetünk egy vízgazdálkodással kapcsolatos rendszert, kötelező felülvizsgálni, hogy ez a rendszer hogyan hat az olyan tényezőkre, mint például az energiafelhasználás.

A barnamezős beruházásokat is lehet olyan irányba terelni, hogy azokkal az előremutató vízgazdálkodási lehetőségeinket gyarapítsuk.

A vízhasználatra vonatkozó előírásokat mindig az adott régióban rendelkezésre álló és hiányzó ivóvízkészletre vetítve kellene megalkotni.

Az, hogy egy acélgyárnak van-e helyi energiatermelő üzeme vagy nincs, mindig nagyban befolyásolja a felhasznált víz mennyiségét. Ezt a jogalkotóknak minden esetben figyelembe kellene venniük.

Amikor a vízfelhasználás hatékonyságát mérjük, sokkal inkább a ténylegesen elvont, valamint a ténylegesen visszaforgatott mennyiség különbségét kellene alapul vennünk.

A lokális és regionális hatóságoknak minden esetben az első számú érdekképviseletnek kellene lenniük, amikor a vízhasználati szabályozásokról beszélünk.

A vízgazdálkodás, és az ezzel járó feladatok és problémák kezelése gyáranként jelentősen eltérhet, hiszen az elérhető édesvíz mennyisége, a vegetáció, a vízminőség de a helyi szabályzások is eltérők.

Vízhasználat és vízfogyasztás

- Vízhasználat = a felvett víz mennyisége
- Vízfogyasztás: a felvett víz mennyisége = a visszaengedett víz mennyisége

Tengervíz kontra édesvíz

A **tengervizet** elsősorban hűtővízként hasznosítják. Mivel a víz a hűtési folyamat során nem érintkezik a gépekkel, valamint a hűtött anyaggal, így elő- és utókezelése nem szükséges.

Az **édesvíz** a gyártási folyamatokban is részt vehet mint alapanyag, de hűtőközegként is alkalmazzák. Mivel a víz ez esetben több különféle anyaggal is érintkezhet, minden esetben kötelező a biológiai/fizikai/kémiai kezelés, mielőtt a vizet visszaengednénk a természetbe.

A szabályozási keretrendszer

Attól függetlenül, hogy a jövőben valószínűleg a világ minden pontján jelentkeznek majd nehézségek a vízgazdálkodásban, a kihívások megjelenési formái teljesen eltérhetnek. A vízhiány, a savasodásdás, az árvizek vagy a vízszennyezés is ilyen problémák.

Mivel a kihívások ennyire eltérőek, így a szabályzások is különbözőek, figyelembe véve a regionális adottságokat, mint a rendelkezésre álló víz mennyisége, vagy a víz természetbe való visszajuttatásának lehetőségei.

A vízgazdálkodás tehát leghatékonyabban a lokális és regionális szervek által szabályozható. A regionális szervek feladata, hogy a tömeges, nagymérvű vízgazdálkodási problémák megoldásán dolgozznak, így munkájuk során a teljes édesvízkészlet veszik górcső alá. A lokális szervezetek viszont az olyan helyi vízgazdálkodási nehézségekre fókuszálnak, mint például a szennyvízkezelés.

Az olyan globális és helyi szabályozások, amelyek például a felhasznált víz mennyiségét szabályozzák tonnánként az előállított termékekre vetítve, szinte egyáltalán nem veszik figyelembe a regionális és lokális vízgazdálkodási adottságokat, így akár kontraproduktívak is lehetnek. A legjobb lenne, ha ilyen típusú szabályozásokat nem használnánk a mindennapokban.

A vízgazdálkodási szabályozásokat minden esetben a rendelkezésre álló víz mennyiségéhez kellene igazítani.

Mivel a problémák érzékeléséhez, valamint felméréséhez a lehető legközelebb helyezkednek el, a legkompetensebb szabályalkotók mindig a lokális és regionális szervek lesznek.

A víz újrahasznosítása

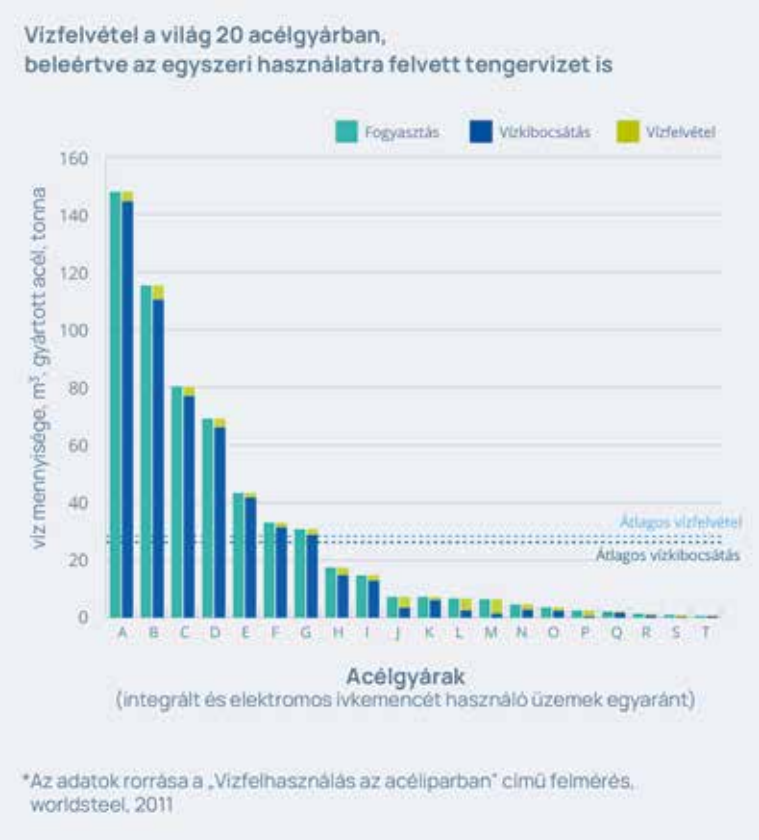
A vízhasználat csökkentésének leghatékonyabb módja, hogy a ot az, hogy ha az egyszer már felhasznált vizet újra felhasználjuk. Ez a gyakorlatban a tisztításra és a hűtésre használt víz „cserélgetését” jelenti, miután a víz megfelelő kezelésen esett át. Néhány olyan folyamat, mint például a hűtés, rengeteg energiát igényel, és növelheti a felhasznált víz mennyiségét, hiszen a hűtés során rengeteg víz elpárolog, amit pótolni kell.

Az ilyen kiegészítő folyamatok szinte mindig konfliktust generálnak amikor a felhasznált víz mennyiségének csökkentéséről, vagy a CO_2-kibocsátás csökkentéséről esik szó.

Szükségszerűen ellenőrizni kell a potenciális energiafelhasználás-növekedést, mielőtt egy víz-újrahasznosító rendszer telepítésébe kezdünk.

Vízfelvétel és vízkibocsátás

A worldsteel tagjai által 2011-ben kitöltött felmérés szerint egy átlagos acélgyártó üzem vízfelvétele 28,6 köbméter tonnánként az előállított termékre vetítve, ami után 25,3 köbméter tisztított víz kerül vissza a természetbe. Az elektromos ívkemencét működtető üzemekben a felvett víz mennyisége 28,1 köbméter acéltonnánként, míg a rendszerből átlagosan 26,5 köbméter tisztított vizet engednek vissza a természetbe. Ez azt jelenti, hogy egy tonna acél előállításához átlagosan 1,6–3,3 köbméter vízre van szükség, és ennek a vízmennyiségnek a nagy része a hűtési folyamat során párolog el.



*Az adatok forrása a „Vízfelhasználás az acéliparban" című felmérés, worldsteel, 2011

Zéró ipari szennyvízkibocsátás

Olyan régiókban, ahol a népesség és a gazdaság vízhiánnyal küzd, manapság egyre megszokottabb eljárás, hogy az üzemek nem engedhetnek vissza vizet a természetbe, így folyamatos cirkulációval kell biztosítaniuk a természetből felhasznált víz mennyiségének csökkenését. Ahhoz, hogy a víz többször felhasználható legyen a különféle folyamatok során többször vissza kell hűteni, valamint különböző módszerek segítségével sótalanítani is szükséges, hiszen ha a vízben lévő só kicsapódik, az nagymértékben károsíthatja a gépeket és alkatrészeiket, például hengerlésnél.

Rengeteg energiát emészt fel az a folyamat, melynek során a vízből kinyert sóoldatból a sót kikristályosítják. Továbbá az így előállított só minősége általában alacsony, így további felhasználása nem lehetséges. A só minőségének további folyamatokon keresztül való javítása általában drága folyamat, így az effajta melléktermék kezelése legtöbbször problematikus. A sót külön erre a célra kialakított telepeken kell tárolni, hiszen a hétköznapi hulladéklerakó helyeken és szeméttelepeken nagymértékben befolyásolná a talajvíz minőségét.

Azok a szabályozások, amelyek értelmében az üzemek nem engedhetnek vissza vizet a természetbe, legtöbbször inkább megnövekedett vízhasználathoz vezetnek, hiszen a hűtés során elpárolgó vizet pótolni kell, valamint a hűtési és sótalanítási folyamatok során keletkezett melléktermékeket is tárolni kell. A szabályozások előtt minden esetben számba kell venni az összes környezeti tényezőt.

Az üzemek kialakításának szempontjai

Barnamezős beruházások vs. zöldmezős beruházások

Az acélipari létesítmények szinte minden esetben hosszú élettartamúak, de felépítésük az évek során változhat, így alkalmazkodva a különböző környezeti és jogi keretekhez. A változás lehetősége azonban általában korlátozott, legtöbbször a felhasználásra alkalmas terület hiánya miatt, vagy a különböző, újonnan alkalmazandó folyamatok kölcsönös vízfüggősége miatt.

Ezeknek a korlátoknak a számba vétele elengedhetetlen, amikor egy terület vízgazdálkodási szabályzásait megalkotják. A régebbi, manapság már barnamezősnek nevezett üzemek nem összehasonlíthatóak egy modern acélipari létesítménynyel, melynek építése előtt a különféle korlátokat már felmérték és belekalkulálták a tervezési folyamatokba. Az újonnan létrejövő beruházások már kivétel nélkül csak ilyen módon épülnek.

Villamos erőművek

Köztudott, hogy a villamos erőművek nagy mennyiségű vizet használnak fel a villamos energia előállítása során, amit főként hűtőközegként alkalmaznak.

Amikor egy-egy acélüzem vízfelhasználási mutatóit vizsgáljuk, hatalmas különbséget jelent, hogy a villamos erőmű az üzem mellett, vagy egy távolabbi ponton található, ugyanis ez nagyban befolyásolja a felhasznált víz mennyiségét

A vízlábnyom kiszámítása (ISO 14046: 2014)

Mivel megnőtt a vízhasználattal kapcsolatos problémákra fordított figyelem és energia mértéke, napjainkban fontossá vált, hogy meg tudjuk határozni egy-egy termék, szolgáltatás vagy szervezet környezetre gyakorolt hatását vízgazdálkodási szempontból.

A legtöbb esetben az erre irányuló kutatások csak a vízfelvételt veszik alapul, és a felhasználást (felvett víz mennyisége - visszaengedett víz mennyisége) figyelmen kívül hagyják, így a lehető legegyszerűbben megszerezhető információval dolgoznak.

Sajnos az olyan lokális aspektusokat, mint például a vízhiány és a vízminőség, sokszor nem veszik figyelembe, ezáltal a környezetre gyakorolt káros hatásokról is fals képet kapunk.

Annak érdekében, hogy egy olyan értékelési folyamatot hozzanak létre, ami a különböző vizsgálati folyamatokat harmonikusan egyesíti, a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet létrehozott és publikált egy keretrendszert, melynek segítségével ki lehet számolni az egyes nehézipari létesítmények vízgazdálkodással kapcsolatos ökológiai lábnyomát (ISO 14046: 2014). A szabvány a korábbi, 14040-es szabványok mintájára épül, és segítségével definiálható, hogy milyen intézkedések szükségesek ahhoz, hogy egy releváns vízgazdálkodási rendszert építhessünk ki. A szabvány továbbá a lokális aspektusokat is előtérbe helyezi.

Az acélipar támogatja az ISO 14046:2014 szabványt, hiszen jelen pillanatban ez az egyetlen elfogadott módusa annak, hogy különféle termékek és szolgáltatások vízgazdálkodási hatásait felmérjük.

A vízgazdálkodás egyetemes megközelítése

Hatékony felhasználás

A szabályozásoknak túl kell mutatniuk a vízfelhasználáson

Amikor a hatékony felhasználásról beszélünk, általában a vízhasználat az, amit előtérbe helyezünk. Az acéliparban hatalmas mennyiségű vizet használunk, főként hűtésre, de a termék előállításában is nagy szerepet játszik a víz. Amikor megnézzük, hogy egy acélüzem menynyi vizet vesz fel, akkor láthatjuk, hogy ennek a mennyiségnek csak egy töredéke az, ami ténylegesen felhasználásra kerül – ez általában elpárolog, vagy melléktermékként használhatatlanná válik. Összesen körülbelül a felvett vízmennyiség 90%-a (integrált acélüzemeknél 88%, elektromos ívkemence használatánál 94%) később hűtésre, majd tisztításra kerül, és visszaengedik a természetes vízbázisba. A felhasznált víz mennyiségének csökkentése érdekében folyamatosan zajlanak a kutatások, de a takarékosság legegyszerűbb módja a párolgás csökkentése, valamint az esetleges szivárgások megakadályozása.

Amennyiben van elegendő víz minden felhasználó számára, a nagyobb vízfelvétel nem kellene, hogy problémát jelentsen, hiszen a nagyobb vízfelvétel általában csökkentett villamosenergia-felhasználást eredményez. Olyan régiókban, ahol a vízhiány mindennapos probléma, az újrahasznosítás és cirkuláltatás folyamata élvez prioritást. Kulcsfontosságú, hogy egy olyan szabályozási rendszert alakítsunk ki, amivel a különböző régiók és térségek egyaránt kiértékelhetőek, hogy elkerüljük az olyan, nem kívánt következményeket, mint például a megnövekedett erőforrás-használat. A többség érdeke, hogy elkerüljük azokat a helyzeteket, amikor a felelősség áthárítása nagyobb környezeti katasztrófát okozhat.

A vízgazdálkodás szabályozásának figyelembe kell vennie a tényleges vízfogyasztást, valamint a víz rendelkezésre állásának, illetve a többi természeti erőforrásra gyakorolt hatásának szempontjait is.

Tanulás, munkakezdés covid idején

A COVID-19 világjárvány az élet minden területén átsöpört. Több gazdasági terület működését megroppantotta, talán nincs is olyan szféra, amit érintetlenül hagyott volna. Nem kivétel ez alól a felsőoktatás sem.

Az ISD DUNAFERR több egyetemmel is kapcsolatban áll, mint a duális képzésben szerepet vállaló partnerszervezet. Az idei év első hónapjaiban is fogadott mérnökhallgatókat, többek között a Miskolci Egyetemről, a Dunaújvárosi Egyetemről és a Pannon Egyetemről is. A fiatalok felsőoktatási tanulmányaik mellett a képzési idő alatt szakmai gyakorlatokon vesznek részt a gyárban. Ennek eredményeként munkatapasztalatot szereznek, szakmai kompetenciáikat már a képzés alatt megerősítik. A vállalat szempontjából pedig az a kapcsolat előnye, hogy a cég jól képzett, helyismerettel rendelkező fiatal szakemberhez juthat, amennyiben kölcsönös elégedettség után munkaszerződés megkötésére kerül sor. Összeállításunkban a vállalattal jelenleg is kapcsolatban álló fiatalokat kérdeztünk meg tapasztalataikról, illetve arról, hogy miként befolyásolta az elmúlt hónapokban életüket és tanulmányaikat a covid világjárvány.

NEM VOLT TÚL SZERENCSÉS KEZDÉS

A Dunaújvárosi Egyetemen gépészmérnökként idén végzett *Horváth Márton* sikeresnek mondhatná a duális képzés lezárását, hiszen ahogy kézhez kapta januárban a diplomáját – bár sajnos a diplomaosztó, mint emlékezetes zárórendezvény az ő életéből is kimaradt – néhány hétre rá már kezdhetett is dolgozni élete első munkahelyén. Ám a járvány közbeszólt.

– Március 10-én álltam munkába a DUNAFERR-nél az anyagbeszerzési osztályon mint főmunkatárs. Nagyon vártam már a munkakezdést, de gyakorlatilag csak három hetet tudtam dolgozni, mert megfertőződtem a coviddal, aztán a testvérem is elkapta a betegséget. Igazából még csak az ismerkedés fázisában voltam a munkahelyen a kollégákkal, a munkaterülettel, amikor el kellett jönnöm betegállományba, karanténba. Nem így képzeltem el a munkakezdést, remélem, hamar túl leszünk rajta, mert szeretnék már dolgozni. Nagy értékű tartalékalkatrészek beszerzésével foglalkozom, alaposan meg kell tanulnom az SAP-rendszer használatát is a munkához. Az biztos, hogy a gyár sok területét megismerem majd az alkatrészellátás szempontjából. Ehhez már a duális képzés is sok ismeretet adott. A szakdolgozati témám kenéstechnikai és karbantartási területhez kapcsolódott.

SZERETNÉM MEGMUTATNI, HOGY SZÁMÍTHATNAK RÁM

A Horváth-testvérpár másik tagja, Márton öccse, *Horváth Róbert* szintén idén végzett a Dunaújvárosi Egyetemen, duális rendszerű gépészmérnök BsC-képzésben. Együtt kezdték meg egyetemi éveiket és együtt szerezték meg az első diplomájukat.

– Így utólag nagyon jó döntésnek tartom, hogy a duális képzést választottam, mert a mi szakmánkban sokat jelent az ipari környezetben megszerezhető szakmai tapasztalat. Számomra például a műszaki rajzolás volt az egyik olyan terület, amelynek szinte minden fontos tudnivalóját az üzemi gyakorlatok során sajátítottam

SZILÁGYI IRÉN Fotó: amatőr felvételek Illusztráció: pixabay.com

el, hiszen a gimnáziumból nem hoztam magammal ilyen jellegű szaktudást. Miután meglett a diplomám, nézegettem ugyan más állásokat, de reménykedtem abban, hogy a DUNAFERR számít rám. Amikor megkaptam az állásajánlatot, nem is volt kérdés, hogy elfogadjam-e. Az Acélmű karbantartási osztályára kerültem karbantartási előadónak. Napi szinten tartom a kapcsolatot a gépészeti szakterülettel, így gyakran találkozom a szakmámhoz kapcsolódó problémákkal is.

Sajnos, ahogyan a testvérem említette, mindketten megfertőződtünk a coviddal, így a munkakezdés nekem sem volt a legszerencsésebb. Nagyon szívesen mennék már dolgozni, érdekelnek a feladatok, és szeretném megmutatni, hogy számíthatnak rám.

PÓTOLHATALAN IDŐSZAKOT VETT EL A JÁRVÁNY AZ ÉLETÜNKBŐL

Veszprémi Ramóna, a Miskolci Egyetem harmadéves hallgatója azt mondja, hogy nagyon sok társával együtt úgy érzik: életük egyik legfontosabb időszakát gyakorlatilag elvette tőlük a járvány.

– A tavalyi évünk második felére már egyértelműen rányomta a bélyegét a pandémia. Az egyetemen túlsúlyba kerültek az elméleti órák, a gyakorlati számonkéréseket is beadandó formában kellett teljesítenünk. A Miskolci Egyetemen nagyon sok külföldi diák is tanul, emiatt elképzelhetőnek tartom, hogy a nemcsak ez a félévünk, hanem még az őszi is ilyen formában zajlik majd. Nekem nagyon hiányoznak a személyes kapcsolatok a tanárokkal, a tankörtársakkal. A családunkon is átsöpört a járvány tavaly ősszel, én és a húgom enyhébb tünetekkel megúsztuk, de anyukám kórházba került.

Januárban a DUNAFERR-nél szerencsére meg lehetett tartani a négyhetes üzemi gyakorlatunkat, én most az Acélműben töltöttem el ezt az időt. Itt is sok tapasztalatot szereztem, ami szükséges is volt, hiszen lassan el kell kezdenem komolyan foglalkozni a szakdolgozatommal, amelynek témája a járműipari acélok zárványtartalmának vizsgálata lesz.

FONTOS AZ IPARI KÖRNYEZETBEN ÖSSZEGYŰJTHETŐ TAPASZTALAT

Tamás Alex a veszprémi Pannon Egyetem végzős hallgatója. A céltudatos fiatalembert már csak néhány hét választja el vegyészmérnöki mesterdiplomájának megszerzéstől. Ezzel párhuzamosan munkahelykeresésben is gondolkodik, s miután duális képzésben vett részt és szakmai érdeklődésének is megfelel a terület, szeretne a DUNAFERR-nél elhelyezkedni.

– A DUNAFERR számomra ideális gyakorlóterep, hiszen mindkét érdeklődési területemen, a környezetvédelemben és a vízgazdálkodásban egyaránt érdekes megfigyelési lehetőségeket és feladatokat kínált a főiskolás és az egyetemi évek alatt egyaránt. Sok helyen megfordulhattam a gyakorlati alkalmakon, nagyon érdekes volt számomra például a Hideghengerműben a savregenerálás folyamata, a Linde vállalat helyi üzeme, vagy a Kokszoló biológiai szennyvíztisztító vertikuma.

Azt gondolom, hogy a Pannon Egyetemen stabil alapokat kaptunk az akadémikus mérnöki tudást illetően, a vállalati gyakorlati alkalmakon így nem is az elméleti ismeretek voltak fontosak számomra, hanem az ipari környezetben összegyűjthető tapasztalat.

Ami a covid-járványt és a miatta bevezetett online oktatást illeti, nem éreztem, hogy emiatt jelentős hátrány ért volna a tanulásban, inkább csak megnehezített bizonyos folyamatokat és a szociális kapcsolatokat szűkítette le valamennyire.