

Az elmúlt három évben elért kutatási eredmények összefoglalása a „Nagyszilárdságú acélok mikroszerkezetváltozásai hegesztés hatására” című kutatásról

A kutatásra szánt nagyszilárdságú acélokat vékonylemez formájában beszereztük. A tipikus ötvözők és ötvözöttségük szerint.

- A kis ötvözöttségűek sorban: TRIP 800, DP 800, DP 1000, CP 1000, 1400 M, 1500 M, 1700 M és S 1300–nak megfelelő anyagminőségek (az utolsó több mint 1800 MPa szakítószilárdságú).
- Az erősen ötvözött acélok közül: TWIP 1000, Cr-Mn ötvöztetésű ausztenites nagy szilárdságú (nitrogénnel növelt folyáshatárú) korrózióálló acéllemezek (1.4371 és 1.4376 anyagminőségnek megfelelőek) és normál Cr-Ni ötvöztetésű nitrogénnel növelt folyáshatárú ausztenites korrózióálló acéllemezek (1.4318 anyagminőségnek megfelelő) kerültek beszerzésre.
- Továbbá duplex korrózióálló acéllemezek – 2101, 2404 és 2505 anyagminősűek – kerültek beszerzésre.

A felsorolt nagy és ultranagy szilárdságú acélok hegesztésénél vizsgáltuk a különböző eljárások, és segédanyagok (pl.: védőgázösszetétel) mikroszerkezetre és kötésjóságra gyakorolt hatását, az optimális tartományok meghatározása érdekében.

Az elért kutatási eredményeket a továbbiakban a vizsgált fő anyagcsoportok szerinti bontásban ismertetem.

A **TWIP 1000–TRIP 800 acélok** hegeszthetőségét vizsgáltuk automatizált MIG-hegesztéssel (131-es eljárás), amely során homogén- és vegyeskötést is sikeresen optimalizáltunk (ER 307 hozaganyaggal). Külön eredményként megemlítem a normál és a hegesztett állapot mikroszerkezetvizsgálataihoz szükséges kvantitatív metallográfia maratási metodikájának kidolgozását is. A 131-es eljárással hegesztett kötések eredményeit poszterelőadás (OATK IX) és az ahhoz kapcsolódó folyóiratcikk formájában is közöltük [6].

A kötés egyes részei alakváltozásának vizsgálatára olasz kollégákkal közösen mikroszakító-próbatestek kerültek vizsgálatra, ezen eredményekből egy WoS Q2 cikk [25] jelent meg. Megállapításunk szerint a két acéltípus hőhatásövezete ellentételesen viselkedik hegesztés után (TWIP oldal kilágyul, kisebb a szemcsedurvulása az alapanyaghoz képest), mindamellett az általunk javasolt ausztenites hozaganyag alkalmazásával jól alakítható terítéket kaphatunk (a két anyagcsoport az eltérő keményedés ellenére is jól dolgozik együtt) képlékeny alakítással történő feldolgozáskor [25].

Ugyanezen acélkombináció automatizált autogén TIG-hegesztésének (142-es eljárás) tesztjeit is elvégeztük, amelyek során a két anyag homogén kötését találtuk megvalósíthatónak. Ezen eredmények egy hazai konferencia előadás (ISCAME 2016) és ahhoz tartozó angol nyelvű konferenciakikben kerültek publikálásra [1].

A TRIP 800 acél esetében az ellenállás-ponthegesztést is vizsgáltunk.

Ezen acélcsoport hegesztéséből megjelent publikációkra az eddigiekben 9 független hivatkozás érkezett.

A **nagyszilárdságú duplex korrózióálló acéloknál** vizsgáltuk a védőgázba kevert hidrogén hatását a hegesztett kötésre, amelyről egy idegen (ISCAME 2016) és egy magyar (OGÉT 2017) nyelvű konferenciák születtek [3, 4]. A hidrogéntartalom növekedésével nőtt a varratmélység és szélesség is, viszont a védőgáz hidrogéntartalma a varrat keménysége és szövetszerkezetére nem volt jelentős hatással.

A megállapításaink szerint (TIG-hegesztésnél és Gleeble fizikai szimulációnál) a védőgáz nitrogéntartalma jóval nagyobb hatással bír a hidrogén hatásánál, ezért a kísérleteinkben a különböző nitrogéntartalmú védőgázokra fókuszáltunk.

A védőgáz nitrogéntartalma a varratfém szövetszerkezetére és fázisarányára jóval nagyobb hatással bír. Míg a hőhatásövezetben csak irreálisan nagy időknél (~ 60 s, $T > 1200^\circ\text{C}$) látszott ausztenitesítő hatása a védőgáz nitrogéntartalmának – itt a szövetben a ferrit/ausztenit arány a lehűlési sebességtől függ elsődlegesen –, addig a megömlött varratfémekben a nitrogéntartalommal nőtt az ausztenit mennyisége. A lehűlési sebesség hatásának leírására meghatároztuk az Avrami egyenlet együtthatóit 2505-ös duplex acélminőség esetére [21, 22]. Így a hőbevitel és hegesztési paraméterek függvényében számolható a hőhatásövezet várható ausztenit/ferrit aránya a szövetszerkezetben, ami nagyban befolyásolja a korróziós, illetve mechanikai tulajdonságokat. A nitrogéntartalom varratfémre gyakorolt hatásait egy modellben írtuk le. A modell 2101, 2404 és 2505 duplex acélok hegesztésének esetére került kidolgozásra, melyet 6 féle különböző N_2 -tartalmú védőgázzal validáltunk [21, 24]. Ezen eredményeket egy magyar nyelvű, három angol nyelvű konferenciákban (egy WOS-os), továbbá egy magyar és egy angol nyelvű folyóiratban [9, 12, 13, 17-19], a Nemzetközi Hegesztési Intézet éves konferenciáján [KE1] továbbá 3 db WoS-os; Q1, Q2, Q3 [21, 22, 24] cikkben publikáltuk. Az eredményeket közzétettük továbbá a Magyar Hegesztési tudományos Egyesülés (MHTE) Hegesztéstechnika című folyóiratában is [26].

Meglátásunk szerint a modelljeink nagy előrelépést jelentenek a duplex acélok hegesztéstechnológiájának tervezésében és reményeink szerint a hazai gyártók bátrabban fognak ezentúl ilyen acélokat is feldolgozni.

Külön eredményként hangsúlyozandó a 2101, 2404 és 2505 duplex acélok hegesztett kötésének kvantitatív metallográfiájához az optimális maratási sorrend és képfeldolgozási módszer kifejlesztése, amely akkor is használható (pl.: párszáz mikrométer széles hőhatásövezet), amikor a hagyományos módszerek (Feritescope®, EBSD, XRD) már nem vagy csak igen nehézkesen. Ezen eredményeket egy idegen nyelvű [14] folyóiratban és egy WoS-os Q2 [23] cikkben publikáltuk.

A duplex acélok hegesztéséhez kapcsolódó publikációkra eddigiekben 10 független hivatkozás érkezett.

A **nagyszilárdságú** (nitrogénnel is ötvözött) **ausztenites korrózióálló acélok** hegesztésekor (egy normál egy Cr-Ni, egy Cr-Ni+N és kétfajta Cr-Mn+N ötvözés) nagyszilárdságú összesen 24 kötéskombináció vizsgálata során jelentős különbségek mutatkoztak a varratok mechanikai tulajdonságaiban az egyes eljárásváltozatokkal hegesztett (TIG- és MIG-hegesztett) és védőgázos ív-hegesztőforrasztással készült (MIG brazing) kötéseknel, valamint az egyes acéltípusok között is.

Az egyes acéltípusok hegesztés közbeni szemcsedurvulási hajlama is igen eltérő képet mutatott, a Cr-Mn+N ötvözésűeknél jóval nagyobb volt, mint a hagyományos nagyszilárdságú ausztenitesnél.

Külön kiemelem még, hogy az ív-hegesztőforrasztásnál a jóval kisebb hőbevitel ellenére jelentős keménységnövekedés és ridegedés volt tapasztalható Cr-Mn+N acélok esetében a kötések egyes részeiben megjelenő intermetallikus fázisok miatt.

Az eredményeket három idegen nyelvű (ebből egy WoS-os) és egy magyar nyelvű konferenciákban publikáltuk [5, 8, 10, 16].

Továbbá a különböző kötéskombinációkkal és eljárásokkal hegesztett kötések korróziós vizsgálatai és sajátfeszültség mérései lezajlottak, a kiértékelés során felmerült újabb eredmények megerősítésére még további kísérleteket látok szükségesnek.

Előkísérletként MAG-hegesztésnél szénacélon vizsgáltuk még különböző aktiválóporok mikroszerkezetmódosító hatását, amelyből egy idegen nyelvű (Scopus) cikk született [6]. A különböző aktiválóporok nem voltak kimutatható hatással a varratok mikroszerkezetére. Al_2O_3 por esetén volt a legnagyobb a varratgeometriamódosító hatás (belső formatényezőnél 7%). Ez még jóval a várt alatti mérték (ausztenites acéloknál akár 100% feletti értéket is jelentettek már kutatók), így a továbbiakban az aktiválóporos kísérleteket nem folytattuk.

Ezen publikációra az eddigiekben 2 független hivatkozás érkezett.

Ötvözetlen és gyengén ötvözött ultranagy szilárdságú acélok ponthegeesztett kötéseinek optimalizálásának eredményeiből; egy WoS-os Q1-es cikk [20] és három magyar nyelvű konferenciák [2, 11, 15] jelent meg, továbbá egy idegen és egy magyar nyelvű konferenciaelőadás jelenleg még cikk nélkül [KE1, KE3] és a habilitációs téziszfüzetem egyik fejezetében is ezzel a témakörrel foglalkozom [14].

Az ellenállás-ponthegeesztett kötések minimális nyíró-szakítóerejének pontosabb becslésére dolgoztam ki formulát az ultranagy szilárdságú acélok 1340 MPa szakítószilárdság feletti tartományában. A kidolgozott egyenlet vékonylemezek ($t < 3$ mm) esetén jóval pontosabb becslést ad a hatályos amerikai (AWS D8.1M:2013) és nemzetközi (ISO 14373:2015) szabványoknál, mind a több mint 120 cikkből kinyert szakirodalmi adatokra, mind a saját ellenállás-ponthegeesztett kísérleti eredményekre (DP 800, TRIP 800, DP 1000, CP 1000, 1400M, 1500M, 1700M és S1300 acéloknál) is. Az új összefüggés nyírásra igénybe vett kötéseknel pontosabb méretezést tesz lehetővé, ezáltal az 1340 MPa-t meghaladó szakítószilárdságú acéloknál a kevesebb hegesztési pont által a gazdaságosabb gyártást segítik elő.

A modell továbbfejlesztése is megtörtént, ami már a kisebb szilárdsági osztályoknál is jobb előrejelzést ad a nyíró-szakítóerőre, eddig a Nemzetközi Hegesztési Intézet éves konferenciáján és az Országos anyagtudományi Konferencián (OATK 2019) került bemutatásra [KE1, KE3] és az ottani javaslatok alapján fogok tovább haladni a kutatással.

Ezen publikációra az eddigiekben 2 független hivatkozás érkezett.

Természetesen az eredmények a 14 db konferenciacikkhez [1-5, 8-11, 15-19] kapcsolódó konferenciákon is prezentálásra kerültek.

Tudományos megjelenés összegezve:

Folyóiratcikkek: 10 db

-Scopus: 9 db

-WoS: 6 db

-Q1: 2 db

-Q2: 3 db

-Q3: 1 db

-Magyar: 1 db

Konferencia cikk: 14 db

-Scopus: 4 db

-WoS: 2 db

Konferencia előadás: 17 db

Habilitációs anyag: 1 db

Független hivatkozások ezekre a publikációkra: 27 db:

A III. évben (III. beszámolósi ciklusban) megjelent publikációk listája

Folyóiratcikkek:

- [26] Varbai Balázs, Májlinger Kornél. A nitrogén szerepe a duplex acélok ívhegesztésekor. **HEGESZTÉSTECHNIKA** 30: 3 pp. 63-67. , 5 p. (2019) <http://real.mtak.hu/id/eprint/102709>
- [25] Russo Spena, P.; Cortese, L.; Nalli, F.; Májlinger, K. Local formability and strength of TWIP-TRIP weldments for stamping tailor welded blanks (TWBs). **INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY** pp. 1-15 (2018), DOI: 10.1007/s00170-018-2946-1, Scopus: 85056285977, WOS: 000461051300053 **Q2** <http://real.mtak.hu/id/eprint/94416>
- [24] Varbai, Balázs; Adonyi, Yoni; Baumer, Richard; Pickle, Timothy; Dobránszky, János; Májlinger, Kornél. Weldability of Duplex Stainless Steels - Thermal Cycle and Nitrogen Effects. **WELDING JOURNAL** 98: 3 pp. 78-87 (2019), DOI: 10.29391/2019.98.006, Scopus: 85063937601, WOS: 000460365700007, **Q3**, <http://real.mtak.hu/id/eprint/94419>
- [23] Varbai, Balázs; Májlinger, Kornél. Optimal etching sequence for austenite to ferrite ratio evaluation of two lean duplex stainless steel weldments. **MEASUREMENT** 147 pp. 106832-106836 (2019), DOI: 10.1016/j.measurement.2019.07.060, Scopus: 85069636251, WOS: még nincs, **Q2**, <http://real.mtak.hu/id/eprint/94849>
- [22] Varbai, Balázs; Pickle, Timothy; Májlinger, Kornél. Effect of heat input and role of nitrogen on the phase evolution of 2205 duplex stainless steel weldment. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSELS AND PIPING** 176 Paper: 103952 , 7 p. (2019), DOI: 10.1016/j.ijpvp.2019.103952, Scopus: 85070293748, WOS: még nem vitték fel, **Q2**, <http://real.mtak.hu/id/eprint/95647>
- [21] Varbai, Balázs; Májlinger, Kornél. Physical and Theoretical Modeling of the Nitrogen Content of Duplex Stainless Steel Weld Metal: Shielding Gas Composition and Heat Input Effects. **METALS** 9: 7 p. 762 (2019), DOI: 10.3390/met9070762, Scopus: 85069736745, WOS: 30733106, **Q1**, <http://real.mtak.hu/id/eprint/94425>
- [20] Varbai, Balázs; Sommer, Christina; Szabó, Mihály; Tóth, Tamás; Májlinger, Kornél. Shear tension strength of resistant spot welded ultra high strength steels. **THIN-WALLED STRUCTURES** 142 pp. 64-73 (2019) DOI: 10.1016/j.tws.2019.04.051 Scopus: 85065527486, WOS: 000479020800005, **Q1** <http://real.mtak.hu/id/eprint/94420>

Konferenciatickek (A konferenciatickeknel természetesen azonos címmel a konferenciaelőadások is megtartásra kerültek):

- [19] B, Varbai; I, Mészáros; K, Májlinger. Effects of different backing gases on 2404 duplex stainless steel welds. In: Májlinger, Kornél (szerk.) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 11th Hungarian Conference on Materials Science. Bristol, Egyesült Királyság / Anglia: IOP Publishing Ltd, (2018) pp. 1-8. Paper: 012051, DOI: 10.1088/1757-899X/426/1/012051, Scopus: 85056459597, WOS: 000467439400051 <http://real.mtak.hu/id/eprint/94418>
- [18] B., Varbai; F., Tolnai; K., Májlinger. Effects of TIG Reheating on Duplex Stainless Steel Weld Microstructure. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING AND MANAGEMENT SCIENCES / MŰSZAKI ÉS MENEDZSMENT TUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK** 4 : 1 pp. 295-302. (2019), DOI: 10.21791/IJEMS.2019.1.37, <http://real.mtak.hu/id/eprint/94418>
- [17] Varbai, Balázs; Lados, László; Májlinger, Kornél. A védőgázhoz kevert nitrogén hatása duplex korrózióálló acélok volfrámelektródás védőgázos ívhegesztésekor. In: Barabás, István (szerk.) XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019. Nagyvárad, Románia : Erdélyi Magyar Tudományos Társaság, (2019) pp. 597-600. <http://real.mtak.hu/id/eprint/94423>
- [16] E, Kalácska; B, Varbai; J, Ginsztler; K, Májlinger. TIG and MIG welding of high strength Cr-Mn and Cr-Ni alloyed austenitic stainless steel combinations. In: Májlinger, Kornél (szerk.) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 11th Hungarian Conference on Materials Science, Bristol, Egyesült Királyság / Anglia : IOP Publishing Ltd, (2018) Paper: 012021 , 9 p. DOI: 10.1088/1757-899X/426/1/012021, Scopus: 85056487236, WOS: 000467439400021 <http://real.mtak.hu/id/eprint/94415>
- [15] Varbai, Balázs; Tóth, Tamás Krisztián; Sommer, Christina; Májlinger, Kornél. Ultrahagy szilárdságú acéllemezek ellenállás-ponthegesztett kötéseinek optimalizálása. In: Barabás, István (szerk.) XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019. Nagyvárad, Románia: Erdélyi Magyar Tudományos Társaság, (2019) pp. 601-604. <http://real.mtak.hu/id/eprint/94421>

Konferenciaelőadások, még cikk nélkül:

- [KE1] Varbai Balázs, Tóth Tamás Krisztián, Szabó Mihály, Christina Sommer, Májlinger Kornél. (2019) About the shear tension strength of resistance spot welded high strength steel joints. In: 72nd Annual Assembly and International Conference, 2019.07.07-12., Pozsony,
- [KE2] Varbai Balázs, Májlinger Kornél. (2019) Determining the effect of nitrogen addition to the shielding gas for duplex stainless steel welds microstructure. In: 72nd Annual Assembly and International Conference, 2019.07.7-12., Pozsony, Szlovákia.
- [KE3] Varbai Balázs, Tóth Tamás, Horváth Mihály, Sommer Christina, Májlinger Kornél. (2019) Ultrahagy szilárdságú vékonylemezek ellenállás-ponthegesztett kötéseinek nyíró-szakítóereje. In: XII. Országos Anyagtudományi Konferencia, 2019. 10.13-15. Balatonkenese, Magyarország

A II. évben (II. beszámolósi ciklusban) megjelent publikációk listája

Habilitációs anyag:

- [14] Májlinger Kornél. Alumíniummátrixú szintaktikus fémhabok és nagyszilárdságú acélok, mint a súlycsökkentés lehetséges irányai. Habilitációs anyag 34 p. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Benyújtás éve: 2017. Védés éve: 2018. Megjelenés/Fokozatszerzés éve: 2018.

Folyóiratcikkek:

- [13] Varbai Balázs; Májlinger Kornél. Development and Comparison of Quantitative Phase Analysis for Duplex Stainless Steel Weld PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING (ISSN: 0324-6051) (eISSN: 1587-379X) 62: (3) pp. 247-253. (2018) DOI: 10.3311/PPme. Scopus: 85049354533, <http://real.mtak.hu/id/eprint/84167>
- [12] Varbai Balázs; Gál István; Fábián Enikő Réka; Májlinger Kornél. Ausztenites és duplex korrózióálló acélok vegyes kötéseinek korróziós tulajdonságai Bányászati és Kohászati Lapok-Kohászat (ISSN: 0005-5670) 151: (1) pp. 36-40. (2018) MatarkaID: 2675542 <http://real.mtak.hu/id/eprint/84166>

Konferenciatickek (A konferenciatickeknel természetesen azonos címmel a konferenciaelőadások is megtartásra kerültek):

- [11] Tóth Tamás; Májlinger Kornél. Kiemelten nagyszilárdságú acél vékonylemezek ellenállás-ponthegeesztett kötéseinek optimalizálása kísérlettervezési módszerrel. In: Török Imre 29. Nemzetközi Hegesztési Konferencia. 213 p. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2018.05.24-2018.05.26. Miskolc: Miskolci Egyetem, 2018. pp. 151-160. (ISBN:978 963 358 160 5) <http://real.mtak.hu/id/eprint/84155>
- [10] Kalácska Eszter; Varbai Balázs; Májlinger Kornél. Cr-Mn ötvöztetésű ausztenites acéllemezek ív-hegesztőforrasztása. In: Csibi Vencel-József; Barabás István (szerk.) OGÉT 2018: XXVI. Nemzetközi Gépészeti Konferencia: 26th International Conference on Mechanical Engineering. 544 p. Konferencia helye, ideje: Marosvásárhely, Románia, 2018.04.26-2018.04.29. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), 2018. pp. 220-223. <http://real.mtak.hu/id/eprint/84170>
- [9] Varbai B; Májlinger K. Thermoelectric Power Measurements on Duplex Stainless Steel Weldments. In: Károly Jármái; Betti Bolló (szerk.) Vehicle and Automotive Engineering 2: Proceedings of the 2nd VAE2018, Miskolc, Hungary. 803 p. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2018.05.23-2018.05.25. Heidelberg: Springer International Publishing, 2018. pp. 789-799. (Lecture Notes in Mechanical Engineering) (ISBN:978-3-319-75676-9) DOI: 10.1007/978-3-319-75677-6_67, Scopus: 85046938851, <http://real.mtak.hu/id/eprint/84132>
- [8] Eszter Kalácska; Balázs Varbai; Kornél Májlinger. MIG Welding and MIG Brazing of Different Austenitic Stainless Steel Grades. In: Károly Jármái; Betti Bolló (szerk.) Vehicle and Automotive Engineering 2: Proceedings of the 2nd VAE2018, Miskolc, Hungary. 803 p. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2018.05.23-2018.05.25. Heidelberg: Springer International Publishing, 2018. pp. 719-734. (Lecture Notes in Mechanical Engineering) (ISBN:978-3-319-75676-9) DOI: 10.1007/978-3-319-75677-6_61 Scopus: 85046935612 <http://real.mtak.hu/id/eprint/84168>

A I. évben (I. beszámolósi ciklusban) megjelent publikációk listája

Folyóiratcikkek:

- [7] Balázs Varbai, Rita Kormos, Kornél Májlinger. Effects of active fluxes in gas metal arc welding. PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING 61:(1) pp. 68-73. (2017) DOI: 10.3311/PPme.9756, Scopus: 85007403454 <http://real.mtak.hu/id/eprint/84159>
- [6] Eszter KALÁCSKA; Kornél MÁJLINGER; Enikő Réka FÁBIÁN; Russo Spena PASQUALE. MIG-welding of dissimilar advanced high strength steel sheets. MATERIALS SCIENCE FORUM (ISSN: 0255-5476) (eISSN: 1662-9752) 885: pp. 80-85. (2017) DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.885.80, Scopus: 85013379861, <http://real.mtak.hu/id/eprint/84165>

Konferenciatickek (A konferenciatickeknel természetesen azonos címmel a konferenciaelőadások is megtartásra kerültek):

- [5] Kalácska Eszter, Májlinger Kornél, Varbai Balázs. Gas tungsten arc welding of different high strength austenitic stainless steel grades. In: DVS German Welding Society SLV Halle (szerk.) YPIC 2017: 3rd Young Welding Professionals International Conference. 120 p. Konferencia helye, ideje: Halle (Saale), Németország, 2017.08.16-2017.08.18. DVS Verlag, pp. 20-26. <http://real.mtak.hu/id/eprint/84153>
- [4] Balázs Varbai, Kornél Májlinger. Effects of high concentration hydrogen during GMA welding of duplex stainless steel. In: Bodzás Sándor, Mankovits Tamás (szerk.) Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering (ISCAME 2016). Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2016.10.13-2016.10.15. Debrecen: University of Debrecen Faculty of Engineering, 2016. pp. 578-583. (ISBN:978-963-473-944-9) <http://real.mtak.hu/id/eprint/84156>
- [3] Abonyi Gergő, Varbai Balázs, Májlinger Kornél. Az anyagátviteli mód és a nagy hidrogén tartalmú védőgáz hatásai duplex korrózióálló acél hegesztett kötéseire. In: OGÉT 2017: XXV. Nemzetközi Gépészeti Konferencia: 25th International Conference on Mechanical Engineering. 500 p. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2017.04.27-2017.04.30. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), pp. 36-39. <http://real.mtak.hu/id/eprint/84161>
- [2] Kiss László; Májlinger Kornél; Varbai Balázs. Nagyszilárdságú acéllemezek ellenállás-ponthegeesztett kötéseinek optimalizálása. In: OGÉT 2017: XXV. Nemzetközi Gépészeti Konferencia: 25th International Conference on Mechanical Engineering. 500 p. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2017.04.27-2017.04.30. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), 2017. pp. 219-222. <http://real.mtak.hu/id/eprint/84162>
- [1] Kornél Májlinger; Alexandra Borók; Russo Spena Pasquale; Balázs Varbai. TIG welding of advanced high strength steel sheets. In: Bodzás Sándor; Mankovits Tamás (szerk.) Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering (ISCAME 2016). Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2016.10.13-2016.10.15. Debrecen: University of Debrecen Faculty of Engineering, 2016. pp. 313-318. (ISBN:978-963-473-944-9) <http://real.mtak.hu/id/eprint/84164>