

Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

I. Informacja o osiągnięciach naukowych, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2b

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2b

”Kontrola właściwości magnetycznych niskowymiarowych układów ferro- i antyferromagnetycznych”

O1. The effect of the MgO buffer layer thickness on magnetic anisotropy in MgO/Fe/Cr/MgO buffer/MgO(001), **A. Koziol-Rachwał**, T. Nozaki, V. Zayets, H. Kubota, A. Fukushima, S. Yuasa, and Y. Suzuki, *Journal of Applied Physics* 120, 085303 (2016).

Mój udział w powstaniu pracy polegał na zaproponowaniu tematyki, przygotowaniu próbek, wykonaniu pomiarów magnetometrycznych i napisaniu manuskryptu.

O2. Enhancement of perpendicular magnetic anisotropy and its electric field-induced change through interface engineering in Cr/Fe/MgO, **A. Koziol-Rachwał**, T. Nozaki, K. Freindl, J. Korecki, S. Yuasa & Y. Suzuki, *Scientific Reports* 7, 5993 (2017).

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu próbek, wykonaniu pomiarów magnetometrycznych, wykonaniu pomiarów magnetotransportu, przeprowadzeniu analizy pomiarów magnetotransportu oraz napisaniu manuskryptu.

O3. Interlayer exchange coupling, dipolar coupling and magnetoresistance in Fe/MgO/Fe trilayers with a subnanometer MgO barrier, **A. Koziol-Rachwał**, W. Skowroński, M. Frankowski, J. Chęciński, S. Ziętek, P. Rzeszut, M. Ślęzak, K. Matlak, T. Ślęzak, T. Stobiecki, J. Korecki, *J. Magn. Magn. Mater.* 424, 189-193 (2017).

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współplanowaniu eksperymentu, przygotowaniu próbek, wykonaniu pomiarów magnetometrycznych, interpretacji wyników badań oraz napisaniu manuskryptu.

O4. Growth and magnetic properties of ultrathin epitaxial FeO films and Fe/FeO bilayers on MgO(001), **A. Koziol-Rachwał**, T. Ślęzak, T. Nozaki, S. Yuasa, and J. Korecki, *Applied Physics Letters* 108, 041606 (2016).

Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaproponowaniu tematyki, preparatyce próbek, wykonaniu pomiarów CEMS oraz MOKE i napisaniu manuskryptu.

O5. Interface engineering towards enhanced exchange interaction between Fe and FeO in Fe/MgO/FeO epitaxial heterostructures, **A. Koziol-Rachwał**, W. Janus, M. Szpytma, P. Drózdź, M. Ślęzak, K. Matlak, M. Gajewska, T. Ślęzak, J. Korecki, *Applied Physics Letters* 115, 141603 (2019).

Moim wkładem w powstanie tej pracy było zaproponowanie tematyki, koordynowanie projektu, uczestniczenie w preparatyce próbek i pomiarach magnetometrycznych, wykonanie pomiarów CEMS. Wykonałam również analizę danych i napisałam manuskrypt publikacji.

O6. Control of spin orientation in antiferromagnetic NiO by epitaxial strain and spin-flop coupling, **A. Koziol-Rachwał**, M. Ślęzak, M. Zajac, P. Drózd, W. Janus, M. Szpytma, H. Nayyef, T. Ślęzak, *APL Materials* 8, 061107 (2020).

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na zaproponowaniu tematyki, określeniu celów badawczych, aplikowaniu o czas eksperymentalny w synchrotronie. Byłam również odpowiedzialna za przygotowanie planu pomiarów synchrotronowych oraz ich koordynację, analizę wyników pomiarów oraz sporządzenie manuskryptu.

II. Informacja o aktywności naukowej

1. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z wyłączeniem pozycji wymienionych w pkt. I)

(a) Artykuły opublikowane przed otrzymaniem stopnia doktora nauk fizycznych

D1. Magnetism of ultrathin Fe films in MgO/Fe/MgO in epitaxial structures probed by nuclear resonant scattering of synchrotron radiation, **A. Koziol-Rachwał**, T. Giela, B. Matlak, K. Matlak, M. Ślęzak, T. Ślęzak, M. Zajac, R. Rüffer, and J. Korecki, *Journal of Applied Physics* 113, 214309 (2013).

D2. Room-temperature perpendicular magnetic anisotropy of MgO/Fe/MgO ultrathin films, **A. Koziol-Rachwał**, W. Skowroński, T. Ślęzak, D. Wilgocka-Ślęzak, J. Przewoźnik, T. Stobiecki, Q.H. Qin, S. Van Dijken, and J. Korecki, *Journal of Applied Physics* 114, 224307 (2013).

D3. Antiferromagnetic interlayer exchange coupling in epitaxial Fe/MgO/Fe trilayers with MgO barriers as thin as single monolayers, **A. Koziol-Rachwał**, T. Ślęzak, M. Ślęzak, K. Matlak, E. Młyńczak, N. Spiridis, and J. Korecki, *Journal of Applied Physics* 115, 104301 (2014).

D4. Tunable magnetic properties of monoatomic metal-oxide Fe/MgO multilayers, **A. Koziol-Rachwał**, T. Ślęzak, K. Matlak, P. Kuświk, M. Urbaniak, F. Stobiecki, L.D. Yao, S. Van Dijken, and J. Korecki, *Physical Review B* 90, 045428 (2014).

D5. Noncollinear Magnetization Structure at the Thickness-Driven Spin-Reorientation Transition in Epitaxial Fe Films on W(110), T. Ślęzak, M. Ślęzak, M. Zajac, K. Freindl, **A. Koziol-Rachwał**, K. Matlak, N. Spiridis, D. Wilgocka-Ślęzak, E. Partyka-Jankowska, M. Rennhofer, A.I. Chumakov, S. Stankov, R. Rüffer, and J. Korecki, *Physical Rev. Lett.* 105, 027206 (2010).

D6. Magnetism of ultra-thin iron films seen by the nuclear resonant scattering of synchrotron radiation, T. Ślęzak, K. Freindl, **A. Koziol-Rachwał**, K. Matlak, M. Rennhofer, R. Rüffer, B. Sepioł, N. Spiridis, S. Stankov, M. Ślęzak, D. Wilgocka-Ślęzak, M. Zajac, and J. Korecki, *Journal of Physics: Conference Series* 217, 012090 (2010).

D7. Different scenarios for the in-plane spin reorientation transition in Fe(110) films on W(110), T. Ślęzak, M. Zajac, M. Ślęzak, K. Matlak, **A. Koziol-Rachwał**, D. Wilgocka-Ślęzak, A. I. Chumakov, R. Rüffer, and J. Korecki, *Phys. Rev. B* 87, 094423 (2013).

D8. Thickness-driven polar spin reorientation transition in ultrathin Fe/Au(001) films, D. Wilgocka-Ślęzak, K. Freindl, **A. Koziol**, K. Matlak, M. Rams, N. Spiridis, M. Ślęzak, T. Ślęzak, M. Zajac, and J. Korecki, *Physical Review B - Condensed Matter and Materials Physics* 81, 064421 (2010).

D9. Fe/CoO(001) and Fe/CoO(111) bilayers: Effect of crystal orientation on the exchange bias, E. Młyńczak, B. Matlak, **A. Koziol-Rachwał**, J. Gurgul, N. Spiridis, and J. Korecki, *Phys. Rev. B* 88, 085442 (2013).

D10. Magnetic properties of the Fe-MgO interface studied by Mössbauer spectroscopy, J. Balogh, I. Dezi, C. Fetzer, J. Korecki, **A. Koziol-Rachwał**, E. Młyńczak, and A. Nakanishi, *Physical Review B* 87, 174415 (2013).

D11. Exchange bias in epitaxial CoO/Fe bilayer grown on MgO(001), J. Gurgul, K. Freindl, **A. Koziol-Rachwał**, K. Matlak, N. Spiridis, T. Ślęzak, D. Wilgocka-Ślęzak, and J. Korecki, *Surface and Interface Analysis* 42, 696 (2009).

D12. X-ray photoemission electron microscopy study of the in-plane spin reorientation transitions in epitaxial Fe films on W(110), M. Ślęzak, T. Giela, D. Wilgocka-Ślęzak, **A. Koziol-Rachwał**, T. Ślęzak, R. Zdyb, N. Spiridis, C. Quitmann, J. Raabe, N. Pilet, and J. Korecki, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 348, 101 (2013).

(b) Artykuły opublikowane po otrzymaniu stopnia doktora nauk fizycznych

D13. Prospects of X-ray photoemission electron microscopy at the first beamline of the Polish synchrotron facility “Solaris”, M. Ślęzak, T. Giela, D. Wilgocka-Ślęzak, N. Spiridis, T. Ślęzak, M. Zając, **A. Koziol-Rachwał**, R.P. Socha, M. Stankiewicz, P. Warnicke, N. Pilet, J. Raabe, C. Quitmann, J. Korecki, *X-Ray Spectrometry* 44, 317–322 (2015).

D14. Phonons in Ultrathin Oxide Films: 2D to 3D Transition in FeO on Pt(111), N. Spiridis, M. Zając, P. Piekarczyk, A. I. Chumakov, K. Freindl, J. Goniakowski, **A. Koziol-Rachwał**, K. Parliński, M. Ślęzak, T. Ślęzak, U. D. Wdowik, D. Wilgocka-Ślęzak, and J. Korecki, *Physical Review Letters*, 115, 186102 (2015).

D15. Large Voltage-Induced Changes in the Perpendicular Magnetic Anisotropy of an MgO-Based Tunnel Junction with an Ultrathin Fe Layer, T. Nozaki, **A. Koziol-Rachwał**, W. Skowroński, V. Zayets, Y. Shiota, S. Tamaru, H. Kubota, A. Fukushima, S. Yuasa, and Y. Suzuki, *Physical Review Applied* 5, 044006 (2016).

D16. Magnetic properties of epitaxial CoO/Fe(001) bilayers: The onset of exchange bias as a function of sub-layer thickness and temperature, J. Gurgul, E. Młyńczak, **A. Koziol-Rachwał**, K. Matlak, K. Freindl, E. Madej, N. Spiridis, T. Ślęzak, J. Korecki, *Physical Review B* 96, 104421 (2017).

D17. Highly efficient voltage control of spin and enhanced interfacial perpendicular magnetic anisotropy in iridium-doped Fe/MgO magnetic tunnel junctions, T. Nozaki, **A. Koziol-Rachwał**, M. Tsujikawa, Y. Shiota, X.D. Xu, T. Ohkubo, T. Tsukahara, S. Miwa, M. Suzuki, S. Tamaru, H. Kubota, A. Fukushima, K. Hono, M. Shirai, Y. Suzuki, S. Yuasa, *NPG Asia Materials* 9, 451 (2017).

D18. Giant in-plane magnetic anisotropy in epitaxial bcc Co/Fe(110) bilayers, M. Ślęzak, T. Ślęzak, K. Matlak, B. Matlak, P. Drózdź, T. Giela, D. Wilgocka-Ślęzak, N. Pilet, J. Raabe, **A. Koziol-Rachwał**, and J. Korecki, *Physical Review B* 94, 014402 (2016).

D19. Magnetic properties of epitaxial CoO/Fe(001) bilayers: The onset of exchange bias as a function of sub-layer thickness and temperature, J. Gurgul, E. Młyńczak, **A. Koziol-Rachwał**, K. Matlak, K. Freindl, E. Madej, N. Spiridis, T. Ślęzak, J. Korecki, *Physical Review B* 96, 104421 (2017).

D20. How a ferromagnet drives an antiferromagnet in exchange biased CoO/Fe(110) bilayers, M. Ślęzak, T. Ślęzak, P. Drózdź, B. Matlak, K. Matlak, **A. Koziol-Rachwał**, M. Zajac, J. Korecki, *Scientific Reports* 9, 889 (2019).

D21. Fine tuning of ferromagnet/antiferromagnet interface magnetic anisotropy for field-free switching of antiferromagnetic spins, M. Ślęzak, P. Drózdź, W. Janus, H. Nayyef, **A. Koziol-Rachwał**, M. Szpytma, M. Zajac, T. O. Menteş, F. Genuzio, A. Locatelli and T. Ślęzak, *Nanoscale* 12, 18091 (2020).

D22. Magnetic Anisotropy and Temperature Dependence of Exchange Bias in Epitaxial CoO(111)/Fe(110) Bilayers M. Ślęzak, Drózdź, **A. Koziol-Rachwał**, K. Matlak, J. Korecki, M. Zajac and T. Ślęzak, *Acta Physica Polonica A* 137, 44 (2020).

D23. Multiple spin reorientation transitions and large in plane magnetic anisotropy in epitaxial Au/Co/Fe(110) films, M. Ślęzak, P. Drózdź, K. Matlak, **A. Koziol-Rachwał**, J. Korecki, T. Ślęzak, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 475, 195-200 (2019).

D24. Perpendicular magnetic anisotropy and residual magnetic phases in gold-capped FeRh film on MgO(001), P. Drózdź, M. Ślęzak, K. Matlak, K. Freindl, N. Spiridis, D. Wilgocka-Ślęzak, **A. Koziol-Rachwał**, J. Korecki, T. Ślęzak, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 495, 165804 (2020).

D25. Spin-flop coupling induced large coercivity enhancement in Fe/FeRh/W(110) bilayers across ferromagnetic–antiferromagnetic phase transition of FeRh alloy, P. Drózdź, M. Ślęzak, K. Matlak, **A. Koziol-Rachwał**, J. Korecki, Ślęzak, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 498, 166258 (2020).

D25. Driving the polar spin reorientation transition of ultrathin ferromagnets with antiferromagnetic–ferromagnetic phase transition of nearby FeRh alloy film, P. Drózdź, M. Ślęzak, W. Janus, M. Szpytma, H. Nayyef, **A. Koziol-Rachwał**, K. Freindl, D. Wilgocka-Ślęzak, J. Korecki, T. Ślęzak, *Scientific Reports* 10, 14901 (2020).

D26. The first experimental results from the 04BM (PEEM/XAS) beamline at Solaris, M. Zajac, T. Giela, K. Freindl, K. Kollbek, J. Korecki, E. Madej, K. Pitala, **A. Koziol-Rachwał**, M. Sikora, N. Spiridis, J. Stępień, A. Szkudlarek, M. Ślęzak, T. Ślęzak, D. Wilgocka-Ślęzak, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 492, 43 (2021).

2. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych

(a) Wystąpienia ustne przed otrzymaniem stopnia doktora nauk fizycznych

R1 Joint European Magnetic Symposia JEMS 2010, 23-28 sierpień 2010, Kraków, referat: Interlayer Exchange coupling in epitaxial Fe/MgO/Fe trilayers.

R2 Workshop on Novel Trends In Optics and Magnetism of Nanostructures, 2-7 lipiec 2011, Augustów, referat: Room temperature perpendicular magnetic anisotropy in epitaxial [Fe/MgO]_N multilayers.

(b) Wystąpienia ustne po otrzymaniu stopnia doktora nauk fizycznych

R3 MMM Intermag, 11-15 styczeń 2016, San Diego, USA, referat: Effect of the MgO seed layer thickness on perpendicular magnetic anisotropy in Cr/ultrathin Fe/MgO.

R4 MMM Intermag, 11-15 styczeń 2016, San Diego, USA, referat: Growth and magnetic properties of ultrathin epitaxial FeO films and Fe/FeO bilayers on MgO(001).

R5 MMM, 31 październik – 4 listopad 2016, Nowy Orlean, USA, referat: Vanadium-induced modification of magnetic anisotropy in Cr/ultrathin Fe/MgO.

R6 MMM, 31 październik – 4 listopad 2016, Nowy Orlean, USA, referat: Influence of ultrathin Cr insertion on perpendicular magnetic anisotropy and its electric field induced change at Fe/MgO interface.

R7 Joint MMM-Intermag, 14-18 styczeń 2019, Waszyngton, USA, referat: Spin structure of the epitaxial Fe/FeO bi- and multi-layers.

R8 Magnetism and Magnetic Materials (MMM) 4 – 8 listopad 2019, Las Vegas, USA, referat: Interface engineering towards enhanced exchange interaction between Fe and FeO in Fe/MgO/FeO epitaxial heterostructures.

R9 Magnetism and Magnetic Materials (MMM) 4 – 8 listopad 2019, Las Vegas, USA, referat: Enhanced exchange interaction between Fe and FeO in Fe/FeO/CoO(NiO) due to the antiferromagnetic proximity effect.

R10 JEMS 2020, 8 – 11 grudzień 2020, konferencja wirtualna, referat: Modulation of the spin structure in NiO by strain and spin-flop interaction”, referat: Current-induced switching in Pt/Mn₂Au bilayers grown by molecular beam epitaxy.

R11 JEMS 2020, 8 – 11 grudzień 2020, konferencja wirtualna, referat: Modulation of the spin structure in NiO by strain and spin-flop interaction.

(c) Wystąpienia posterowe przed otrzymaniem stopnia doktora nauk fizycznych

P1 20th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces ICMFS 2009, 20-24 lipiec 2009, Berlin, Niemcy, poster: Growth and spin structure of ultrathin Fe films on W(110).

P2 3rd International Summer School “Physics of Functional Micro- and Nanostructures”, 14-26 wrzesień 2009, Hamburg, Niemcy, poster: Growth and spin structure of ultrathin Fe films on W(110).

P3 Joint Polish-Japanese Workshop Spintronics - from new materials to applications, 15-18 listopad 2011, Warszawa, poster: Tunable magnetic properties of Fe/MgO superlattice.

P4 Joint European Magnetic Symposia 2012, 9-14 wrzesień 2012, Parma, Włochy, poster: Perpendicular magnetic anisotropy in epitaxial Fe/MgO multilayers.

(d) Wystąpienia posterowe po otrzymaniu stopnia doktora nauk fizycznych

P5 22nd International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS), Kraków, 12-17 July 2015, poster: Growth and magnetic properties of ultrathin epitaxial FeO films and Fe/FeO bilayers on MgO(001).

P6 24th soft magnetic materials conference, 4-7.09.2019, Poznań, poster: Enhanced exchange interaction between Fe and FeO in Fe/MgO/FeO epitaxial heterostructures.

3. Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

(a) udział w projektach przed otrzymaniem stopnia doktora nauk fizycznych

- 2009 – 2013 - projekt TEAM “Atomic and molecular level devising of functional nanostructures for magnetic and catalytic applications” – stypendystka

Jako stypendystka w projekcie TEAM byłam odpowiedzialna za preparatykę oraz charakteryzację właściwości magnetycznych epitaksjalnych warstw magnetycznych.

- 2012 – 2015 - projekt MAESTRO “Oligo-atomic metal/metal-oxide superlattices - novel materials with tunable magnetic and electric properties” finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) (nr grantu 2011/02/A/ST3/00150) – wykonawca

W ramach projektu byłam odpowiedzialna za wytwarzanie oraz charakteryzację właściwości strukturalnych i magnetycznych epitaksjalnych układów wielowarstwowych metal/tlenek.

(b) udział w projektach po otrzymaniu stopnia doktora nauk fizycznych

- 2015 – 2017 – projekt impACT (Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies) program of Council for Science, Technology Grants-in-Aid for Scientific Research (26709046) – wykonawca

W ramach realizacji projektu zajmowałam się badaniami magnetycznych właściwości cienkich warstw magnetycznych oraz badaniem wpływu pola elektrycznego na anizotropię magnetyczną warstw.

- 2018 – 2021 – projekt Homing “Antiferromagnetic proximity effect and development of epitaxial bimetallic antiferromagnets – two routes towards next-generation spintronics” finansowany przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (FNP) – kierownik projektu

Jako kierownik projektu byłam odpowiedzialna za planowanie, realizację badań oraz rozpowszechnianie wyników badań otrzymanych w ramach realizacji projektu. W projekcie sprawowałam również opiekę naukową nad dwójką studentów.

(c) udział w projektach w trakcie realizacji

- 2021 – 2025 – project SONATA BIS “Piezospintronics and voltage control of magnetic anisotropy – a novel approaches to control magnetic state of antiferromagnets” finansowany przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej

W lutym 2021 roku zostałam laureatką projektu SONATA BIS, którego realizacja rozpocznie się w lipcu 2021. Jako kierownik projektu będę odpowiedzialna za powołanie zespołu badawczego zajmującego się badaniem możliwości sterowania właściwościami magnetycznymi cienkich warstw antyferromagnetycznych za pomocą pola elektrycznego. Moja rola w projekcie będzie związana z planowaniem badań, analizą danych oraz rozpowszechnianiem wyników badań otrzymanych w ramach realizacji projektu na arenie międzynarodowej. W projekcie będę również sprawować opiekę naukową nad doktorantami.

4. Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru

- 2010/2011 trzykrotne wizyty w ośrodku synchrotronowym European Synchrotron Radiation Facility(ESRF), Grenoble, Francja

W trakcie pobytu w ośrodku synchrotronowym ESRF na linii badawczej ID 18 brałam udział w eksperymentach z wykorzystaniem metody rezonansowego jądrowego elastycznego oraz nieelastycznego

rozpraszania promieniowania synchrotronowego (Nuclear Resonant Scattering (NRS) oraz Nuclear Inelastic Scattering (NIS)).

- 2012 miesięczny pobyt w ośrodku synchrotronowym Swiss Light Source(SLS), Villigen, Szwajcaria

W trakcie pobytu w ośrodku synchrotronowym Swiss Light Source (SLS) w Szwajcarii brałam udział w eksperymentach z udziałem fotoemisyjnego mikroskopu elektronowego (Photoemission Electron Microscope, PEEM), który w 2017 roku został zainstalowany na pierwszej linii badawczej w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie. W trakcie pobytu w SLS uczestniczyłam w testowych pomiarach mikroskopu oraz w eksperymencie obrazowania magnetycznej struktury domenowej warstw ferromagnetycznych.

- 2015 - 2017 dwuletni staż doktorski w National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Japonia

Podczas stażu doktorskiego pracowałam w projekcie ImPACT (Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies) nad nowymi układami magnetycznymi w których anizotropia magnetyczna jest sterowana napięciem elektrycznym. Moim zadaniem w projekcie było wytwarzanie oraz optymalizacja właściwości magnetycznych warstw w celu uzyskania materiałów o jak największej prostopadłej anizotropii magnetycznej (PMA) oraz badanie efektu zmiany PMA poprzez przyłożenie pola elektrycznego.

5. Informacja o recenzowanych pracach naukowych publikowanych w czasopiśmie międzynarodowym

Recenzje artykułów naukowych dla czasopism o zasięgu międzynarodowym:

Scientific Reports: 1

Advanced Functional Materials: 1

Journal of Alloys and Compounds: 1

Journal of Physics D: 1

III. Informacja o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Patent

Magnetic element, magnetic memory device and magnetic sensor, T. Nozaki, S. Yuasa, **A. Koziol-Rachwał**, M. Tsujikawa, M. Shirai, K. Hoho, T. Ohkubo, X. Xu, US Patent, publication number: 20210036217, publication date: February 4.02.2021.

IV. Informacje naukowe

1. Liczba publikacji: 34
2. Liczba publikacji z IF: 32
3. Sumaryczny IF: 114,58
4. Sumaryczna liczba cytowań (Web of science) (bez autocytowań): 327
5. Indeks Hirsh'a (scopus): 11
6. Sumaryczna liczba punktów MNiSW: 3620

