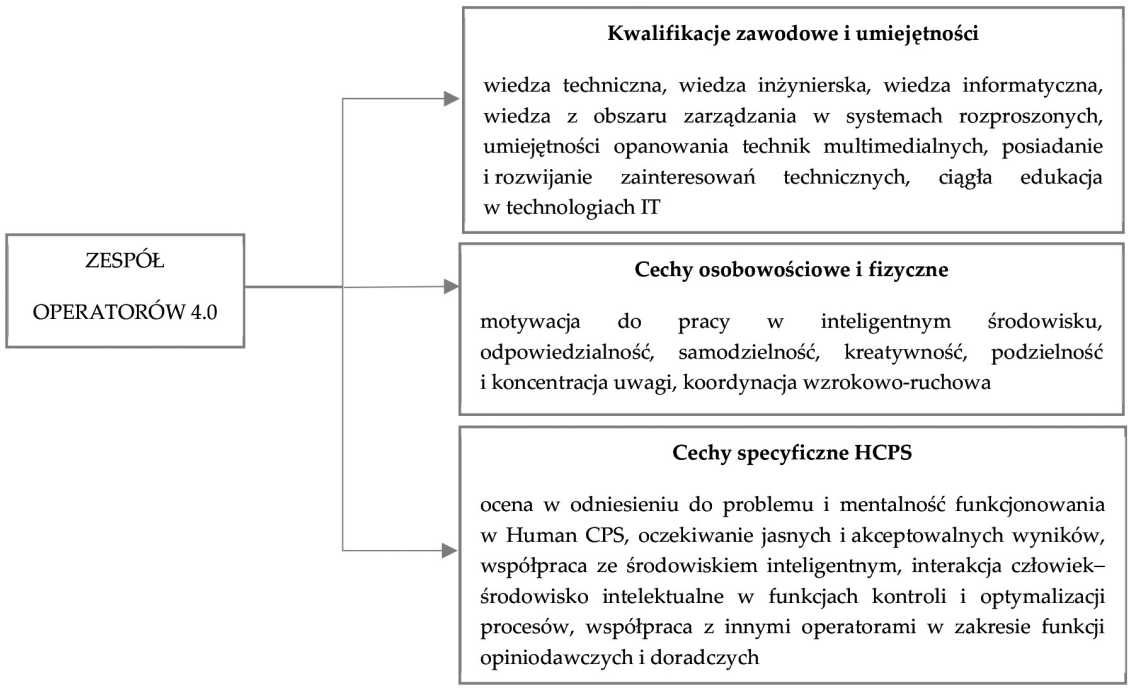
bec maszyn i urz dze , takie jak: nauczyciel urz - dze , mentor rozwi za , kontroler procesów, asystent robotów, programista maszyn, mened er robotów mobilnych, analityk cyberfizycznych systemów, wspó›pracuj cy operator, › cznik urz dze , operator sztucznej inteligencji, wirtualny operator. Zakres poszczególnych ról wynika z otrzymywanych zada i rodzaju obs›ugiwanej technologii (Ruppert i in., 2018 za: Romero, Bernus i in., 2016; Romero, Stahre i in., 2016). Role przypisywane operatorom mog by równie uwarunkowane trybami pracy urz dze , takimi jak: rozruch, praca, serwisowanie, czyszczenie, zapami tywanie (Poreda, 2020). Wielozadaniowo wzbogaca prac i u›atwia rotacj stanowiskow . Specjalizacja mo e wynika ze specyfiki monitorowanych urz dze i kosztów ich zakupu oraz eksploatacji. Zakres specjalizacji mo e dotyczy obs›ugi wybranej grupy maszyn, np. ze wzgl du na specyfik danych generowanych przez urz dzenia.

Sylwetka operatora maszyn i urz dze w cyberfizycznym rodowisku pracy

Operator maszyn i urz dze w Przemy le 4.0 obcuje z zaawansowan technologi . Odpowiednie cechy osobowo ci i predyspozycje fizyczne u›atwiaj operatorom wykonywanie pracy. Cz sto operatorzy przed dopuszczeniem do obs›ugi urz dze przechodz test oceniaj cy cechy psychofizyczne. Rezultatem bada jest odpowied na pytanie o mo liwo ci obs›ugi i wspó›pracy operatora z maszynami i urz dzeniami. Podstaw do pracy z maszynami jest wiedza techniczna i in ynieryjna, na przyk›ad z zakresu: elektroniki, mechaniki, automatyki i robotyki, in ynierii jako ci, in ynierii informatycznej, in ynierii precyzyjnej. Wiedza techniczna powinna by uzupe›niona wiedz na temat metod i technik zarz dzania, np. technik podejmowania decyzji. Operator porusza si w wielodziedzinowych obszarach tematycznych, obejmuj cych elementy takich dziedzin jak: informatyka, automatyka, elektrotechnika, elektronika, mechanika, robotyka, optyka i fotonika, sensoryka i inne (Olszewski, 2006, s. 19). Oprócz kwalifikacji zawodowych powinien posiada umiej tno ci mi kkie. Od operatorów wymaga si spostrzegawczo ci i dok›adno ci w dzia›aniu, umiej tno ci analitycznych, umiej tno ci oceny sytuacji w odniesieniu do problemu, podzielno ci i koncentracji uwagi, dobrej koordynacji wzrokowej i ruchowej, posiadania i rozwijania zainteresowa technicznych, a przede wszystkim gotowo ci do pracy w inteligentnym rodowisku pracy i inteligentnej przestrzeni. Od operatora oczekuje si umiej tno ci opanowania technik multimedialnych w komunikacji z urz dzeniami i systemami. Na rysunku 1 przedstawiono kluczowe kryteria doboru zespo›u operatorów do pracy z urz dzeniami w Przemy le 4.0.

Rysunek 1
Zbiór cech operatora maszyn i urz dze w Przemy le 4.0



ród›o: opracowanie w›asne.

Podsumowanie

Wyzwania, jakie stwarza Przemys› 4.0 dla operatorów maszyn i urz dze , s nowym tematem bada naukowców. W chwili obecnej trudno jednoznacznie wskaza na pe›n list cech przynale nych operatorom nowoczesnej technologii. Profil operatora maszyn i urz dze w nowoczesnej fabryce tworzy wiedza z ró nych obszarów nauk technicznych i nauk o zarz dzaniu oraz wiele cech osobowo ciowych. Istotne s takie cechy jak: umiej tno identyfikowania problemów, skupiania uwagi na danych, odbierania informacji, uzdolnienia analityczne, predyspozycje fizyczne, np. szybko i zwinno w obs›udze urz dze mobilnych. W przedsi biorstwach na obecnym etapie transformacji do Przemys›u 4.0 wa ne wydaje si zapewnienie kompatybilno ci tradycyjnej technologii, dominuj cej jeszcze w przemy le, z technologi Przemys›u 4.0, która w nieodleg›ej przysz›o ci wkroczy do firm w znacznie wi kszym stopniu ni obecnie. Pytanie o miejsce operatora maszyn i urz dze w cyberfizycznych systemach produkcji jest pytaniem aktualnym w kontek cie dokonuj cych si przeobra e technologicznych. Na obecnym etapie operator obs›uguje maszyny i urz dzenia i nadzoruje ich prac . Wraz z rozwojem cyberfizycznych systemów produkcji warunki pracy operatora b d badane wieloaspektowo ze wzgl du na bogactwo technologii stosowanej w przedsi biorstwach d cych do utworzenia fabryk typu smart.

Bibliografia/References

Bick, W. (2014). Warum Industrie 4.0 und Lean zwingend zusammengehören. Man kann auch schlechte Prozesse digitalisieren. VDI-Z Integrierte Produktion, (11), 46…47.

Broy, M. (2010). Cyber-Physical Systems (17…32). Berlin: Springer.

Frankowska, M. (2018). Technologie Smart Industry a rozwój zarz dzania ›a cuchami dostaw. Gospodarka Materia›owa i Logistyka, (6), 2…12.

Gajdzik, B. (2019). Predyktywne i inteligentne utrzymanie urz dze w Przemy le 4.0 „ maszyny wzmocnione o dane. Historia zmian w UR na przyk›adzie krajowego sektora stalowego. Gospodarka Materia›owa i Logistyka, (8), 10…17. https://doi.org/10.33226/1231-2037.2019.8.2

Hancock, P. A., Jagacinski, R. J., Parasuraman, R., i in. (2013). Human-automation interaction research: past present and future. Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications, 21(2), 9…14. https://doi.org/10.1177/1064804613477099

Kagermann, H., Lukas, W-D., Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution, VDI Nachrichten, (13), http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_industriellen_Revolution_2.pdf (2.02.2020).

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industry 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group; Forschungsunion, Acatech-National Academy of Science and Engineering, München, https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/ (2.02.2020).

Kagermann, H. (2015). Change Through Digitization „ Value Creation in the Age of Industry 4.0. In: H. Albach, H. Meffert, A. Pinkwart, R. Reichwald, (eds.), Management of Permanent Change. Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-05014-6

Lee, E. A. (2008). Cyber Physical Systems: Design Challenges. 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 363…369. https://doi.org/10.1109/isorc.2008.25

Lee, E. A., Seshia S. A. (2017). Introduction to embedded systems. A cyber-physical systems approach. 2nd Ed., MIT Press.

Lee, J. D., Seppelt, B. D. (2012). Human factors and ergonomics in automation design. In: G. Salvendy (ed.), Handbook of human factors and ergonomics (1615…1642). Hoboken: Wiley. https://doi.org/10.1002/9781118131350.ch59

Lee, J., Bagheri, B., Kao, H. (2015). Research Letters: A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18…23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001

Lee, J., Kao, H. -A., Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. Procedia CIRP, (16), 3…8. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001

Liu, Y., Peng, Y., Wang, B, Yao, S., Liu, Z. (2017). Review on cyber-physical systems. Journal of Automatica Sinica, 4(1), 27…40.

Lorenz, M., Rüfimann, M., Strack, R., Luetk, K. L., Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? The Boston Consulting Group (BCG).

Lu, Y. (2017). Cyber-physical system (CPS) „ based Industry 4.0: A survey. Journal of Industrial Integration and Management, 2(3). https://doi.org/10.1142/S2424862217500142

Olszewski, M. (2006). Podstawy mechatroniki. Warszawa: Wydawnictwo REA.

Paprocki, W. (2016). Koncepcja Przemys› 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki cyfrowej. W: J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), Cyfryzacja gospodarki i spo›ecze stwa „ szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych. Gda sk: Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego. Instytut Bada nad Gospodark Rynkow „ Gda ska Akademia Bankowa. http://www.efcongress.com/sites/default/files/publikacja_ekf_2016_cyfryzacja_gospodarki_i_spoeczestwa.pdf, (17.02.2018).

Patel, M. (2018). The Future of Maintenance. White paper. Bengaluru: Infosys. https://www.infosys.com/industries/aerospace-defense/white-papers/Documents/enabled-predictive-maintenance.pdf (16.07.2019).

Pereira, A. C., Romero F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, 28…30 June 2017, Vigo (Pontevedra). Procedia Manufacturing, (13), 1206…1214; https://www.researchgate.net/publication/320341295_A_review_of_the_meanings_and_the_implications_of_the_Industry_40_concept (9.09.2020). https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032

P›aczek, E. (2018). Logistyka w erze Industry 4.0. Przedsi biorczo i Zarz dzanie , 19(11/3), 55…66.

Poreda, R. (2020). Jak odpowiedzie na wyzwania przemys›u 4.0 w j zyku maszyn? https://www.astor.com.pl/biznes-i-produkcja/packml-jak-odpowiedziec-na-wyzwania-przemyslu-4-0-w-jezyku-maszyn/ (20.02.2021).

Romero, D., Bernus P., Noran O., Stahre J., Fast-Berglund, A. (2016). The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation Towards Human-Automation Symbiosis Work Systems. W: Advances in Production Management Systems: Initiatives for a Sustainable World. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems „ APMS, 677…686. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-51133-7_80 (20.02.2021). https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7_80

Romero, D., Noran, O., Stahre, J., Bernus, P., Fast-Berglund, A. (2015). Towards a human-centred reference architecture for next generation balanced automation systems: human-automation symbiosis. W: Advances in Production Management Systems: Initiatives for a Sustainable World. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems „ APMS, 556…566, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-22759-7_64 (20.02.2021). https://doi.org/10.1007/978-3-319-22759-7_64

Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, A., Gorecky, D. (2016). Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies. International Conference on Computers and Industrial Engineering (CIE46), Tianjin, China, 29…30.11.2016, 1…11.

Ruppert, T., Jaskó, Sz., Holczinger, T., Abonyi, J. (2018). Enabling Technologies for Operator 4.0: A Survey. Apply Science, 8, 1650; https://www. mdpi. com/2076-3417/8/9/1650 (20.02.2021). https://doi.org/10.3390/app8091650

Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. (2015). Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, Boston Consulting Group (BCG).

Santos, C., Mehrsai, A., Barros, A. C., Araújo, M., Ares, E. (2017). Towards Industry 4.0: An overview of European strategic roadmaps Paper prepared for the Manufacturing Engineering Society International Conference, 28…30 June 2017, Vigo (Pontevedra). https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.093

Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Hauptvogel, A. (2013). Sustainable Increase of Overhead Productivity due to Cyber-Physical Systems. Proceedings of the 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM) „ Innovative Solutions, Universitätsverlag der TU Berlin.

Sheridan, T., Parasuraman, R. (2006). Human-automation interaction. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society (Hum. Factors Ergon.) 1(1), 890129.

Stadnicka, D., Antonelli, D. (2016). Discussion on lean approach implementation in a collaborative man-robot workstation. Sixth International Conference on Business Sustainability Œ Management, Technology and Learning for Individuals, Organisations and Society in Turbulent Environment Ž, 16…18.11.2016.

Stone, H., Bleibaum, R., Thomas, H. A. (2012). Sensory Evaluation Practices. 4th ed. Amsterdam: Elsevier.

Spath, D., Ganschar, O., Hämmerle, M., Krause, T., Schlund, S. (2013). Produktionsarbeit der Zukunft „ Industrie 4.0. Stuttgart: Studie.

Wagner, T., Herrmann, Ch., Thiede, S. (2017). Industry 4.0 impacts on lean production systems. Elsevier, 50-th CIRP Conference of manufacturing Systems. Procedia CIRP, 63, https://doi.org/10.1016/j.procir. 2017.02.041

Dr hab. in . Bo ena Gajdzik, prof. P

Profesor w Katedrze Informatyki Przemys›owej na Wydziale In ynierii Materia›owej Politechniki l skiej. Prodziekan do spraw wspó›pracy i rozwoju. Interesuje si problematyk zarz dzania przedsi biorstwami hutniczymi oraz zmianami zachodz cymi w tej bran y po transformacji systemowej w Polsce i w perspektywie dostosowania sektora do wdro enia koncepcji Przemys›u 4.0.

Dr hab. in . Bo ena Gajdzik, prof. P

PhD BEng, employed in the Silesia University of Technology, Faculty of Materials Engineering, Department of Industrial Informatics. Vice-dean for cooperation and development. Deals with problems of management of metallurgical companies, monitoring the scope of changes introduced in that industry after the period of systemic transformation in Poland and in the context of implementation of Industry 4.0.

Klub książki PWE

Z myślą o swoich Czytelnikach Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne stworzyło **Klub książki PWE**.
W ramach członkostwa w Klubie proponujemy następujące udogodnienia i korzyści:
✔ szybkie zakupy;
✔ zakupy z rabatem;
✔ informacje o nowościach, promocjach, konkursach.

Po więcej informacji zapraszamy na stronę PWE: **www.pwe.com.pl**