

ZNACZENIE ERGONOMII W DZIAŁALNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTW – PRZEKROJOWE STUDIUM LITERATURY

Joanna BARTNICKA, Patrycja KABIESZ

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań nad rozpoznaniem roli ergonomii w działalności gospodarczej, zarówno produkcyjnej jak i usługowej. W szczególności skupiono uwagę na poszukiwaniu trendów wyznaczających kierunki rozwoju ergonomii oraz zidentyfikowano luki badawcze stanowiące podstawę do podjęcia nowych wyzwań poznawczych w szczególności w obszarze wpływu ergonomii na efektywność i doskonalenie procesów pracy.

Jako metodę badawczą przyjęto przekrojowe studium literatury obejmujące ogółem 2150 artykułów naukowych o tematyce ergonomicznej dostępnych w bazie Elsevier - Science Direct i opublikowanych w latach 1981-2017. W oparciu o zdefiniowany kontekstowo zestaw pytań dokonano analizy z użyciem metod statystyki opisowej, która uwzględniła m.in. przedmiot i podmiot podejmowanych badań ergonomicznych, a także branżę i kraj. W konkluzji zwrócono uwagę na określone, statystycznie wyróżnione obszary zastosowań ergonomii a także podjęto próbę sformułowania nowego zadania badawczego, którego realizacja w istotny sposób uzupełniłaby dotychczasowe osiągnięcia w zakresie kształtowania organizacji opartej na podejściu humanocentrycznym.

Słowa kluczowe: ergonomia, interdyscyplinarność, wydajność pracy, potrzeby ergonomiczne, trendy światowe w ergonomii

1. Geneza badań na tle historii rozwoju ergonomii

Termin ergonomia został po raz pierwszy użyty przez Wojciecha Bogumiła Jastrzębowskiiego w artykułach publikowanych na łamach czasopisma „Przyroda i przemysł” w 1857r. W artykule pt.: „Rys ergonomii, czyli Nauki o pracy opartej na prawach zaczerpniętych z Nauki Przyrody” zdefiniował pojęcie ergonomia w następujący sposób: „Nazwiskiem Ergonomji, wziętem od wyrazu greckiego ergon – praca i nomos – prawa, zasada, oznaczamy Naukę o Pracy, czyli o używaniu nadanych człowiekowi od Stwórcy siły i zdolności” [1]. Obecnie definicja ergonomii podkreśla fundamentalność dostosowania cech i możliwości psychofizycznych człowieka do systemów technicznych biorących udział w procesie pracy. Sama geneza ergonomii wiąże się z początkiem egzystencji człowieka na ziemi, w której praca zawsze stanowiła jeden z najważniejszych filarów jego rozwoju jako jednostki i społeczeństwa. Była zatem nierozdzielnie związana z życiem człowieka.

Patrząc przez pryzmat historii postępu technicznego i organizacyjnego można wysnuć wnioski, że człowiek instynktownie dążył do zachowywania równowagi między sferą techniczną i ożywioną, co znajdowało np. odzwierciedlenie w określonej postaci i wymiarach pierwszych narzędzi stanowiących przedłużenie narządów człowieka. Uwzględnienie czynników humanocentrycznych w działalności człowieka było szczególnie widoczne w erze rzemieślniczej, w której narzędzia pracy i inne środki techniczne były projektowane i wytwarzane na indywidualne zapotrzebowanie. Co więcej, biorąc pod

uwagę cały cykl zaspokajania potrzeb [2], kluczowym i powtarzalnym elementem każdego z etapów był ten sam człowiek. Reprezentował on bowiem zarówno pomysłodawcę, projektanta jak i wytwórcę oraz użytkownika danego środka technicznego. Zatem dostosowanie takiego środka do właściwości i zdolności psychosomatycznych jego właściciela było naturalną praktyką. Kolejnym przełomem w historii rozwoju ergonomii było przejście z ery produkcji rzemieślniczej do produkcji przemysłowej. Tutaj paradygmat jakości uległ paradygmatowi ilości, co wiązało się z drastycznym obniżeniem standardów w zakresie ergonomii, zarówno w odniesieniu do warunków pracy jak i środków pracy. Ponieważ nadrzędnym celem w produkcji przemysłowej było zwiększenie wydajności pracy oraz zmniejszenie kosztów produkcji, następowała automatyzacja procesów pracy. Towarzyszące temu zjawisku bezrefleksyjne powtarzanie działań zatraciło w konsekwencji znamiona ergonomiczności. Mimo rozwoju tzw. „naukowej organizacji pracy” jako nowej dyscypliny wiedzy nad dostosowaniem pracy do fizjologicznych możliwości człowieka, której prekursorami byli m.in. F. W. Taylor oraz G. Lehmann, priorytetem w podejmowanych wysiłkach naukowych było dążenie do maksymalizacji produkcji. Takie podejście sprowadzało człowieka do roli środka, za pomocą którego wskazany priorytet mógł być osiągnięty.

Rola ergonomii jako nauki interdyscyplinarnej wzrosła w kontekście działań wojennych w ramach II wojny światowej. Wzrost ten wywołany był szybkim rozwojem technicznym i wysokim stopniem złożoności maszyn wojskowych, np. samolotów. W konsekwencji użytkownicy tych maszyn nie byli w stanie poprawnie ich obsługiwać, m.in. z punktu widzenia zdolności motorycznych. Z drugiej strony poddawani byli ogromnemu stresowi, który potęgował liczbę błędów w procesie użytkowania maszyn.

Obecnie, potrzeba implementowania zasad ergonomicznych w procesach pracy i ogólnej działalności człowieka jest wciąż aktualna i równie ważna. Tym bardziej, że galopująca cywilizacja technologiczna i usługowa wymaga stosowania nowych i nieznanych dotąd środków pracy a co za tym idzie dostosowanych do nich rozwiązań ergonomicznych. Podobnie wymagania konkurencyjnego rynku w kierunku wzrostu wydajności pracy wymuszają konieczność poszukiwania nowych sposobów pracy, a te niekontrolowane pod względem ergonomicznym mogą spowodować nieodwracalne zmiany w obrazie zdrowotnym określonych grup zawodowych. Uwzględnienie zasad ergonomicznych powinno być zatem współbieżne z wszelkimi współczesnymi działaniami podejmowanymi we wszystkich sektorach gospodarki.

Biorąc powyższe rozważania jako tło badań, postawiono za cel zdiagnozowanie obecnych kierunków rozwoju ergonomii a także zidentyfikowanie luk badawczych w tym obszarze. W konsekwencji rezultatem niniejszych studiów jest próba sformułowania nowego zadania badawczego, którego realizacja w istotny sposób uzupełniłaby dotychczasowe osiągnięcia w zakresie kształtowania organizacji opartej na podejściu humanocentrycznym.

2. Materiał i metoda

W nawiązaniu do celu badań sformułowano następujące pytania badawcze:

- Jakie sektory gospodarki, branże i specjalizacje stanowiły najczęściej i najrzadziej występujący obszar badań w zakresie ergonomii?
- Jaki przedmiot badań ergonomicznych występował najczęściej i najrzadziej?
- Jakie występowały przesłanki do podejmowania studiów ergonomicznych?
- W jakich obszarach nauki podejmowane były badania?
- Jakie potrzeby ergonomiczne towarzyszą obecnemu społeczeństwu?

- Jakie występują luki badawcze w zakresie problematyki ergonomii?

Materiał badawczy został zgromadzony w oparciu o metodę przeglądu systematycznego losowo wybranych artykułów naukowych podejmujących problematykę ergonomii. W badaniach posłużono się bazą Elsevier - Science Direct. Uwzględniono artykuły opublikowane w latach 1981-2017. Wyszukiwanie artykułów oparte było o jeden termin „ergonomics”. Na podstawie zapytania baza zwróciła 33486 dokumentów, z czego wybrano losowo 2150 artykułów dostępnych w trybie pełnotekstowym prezentujących opis studiów badawczych. Kryteriami kwalifikującymi artykuły do dalszych badań były:

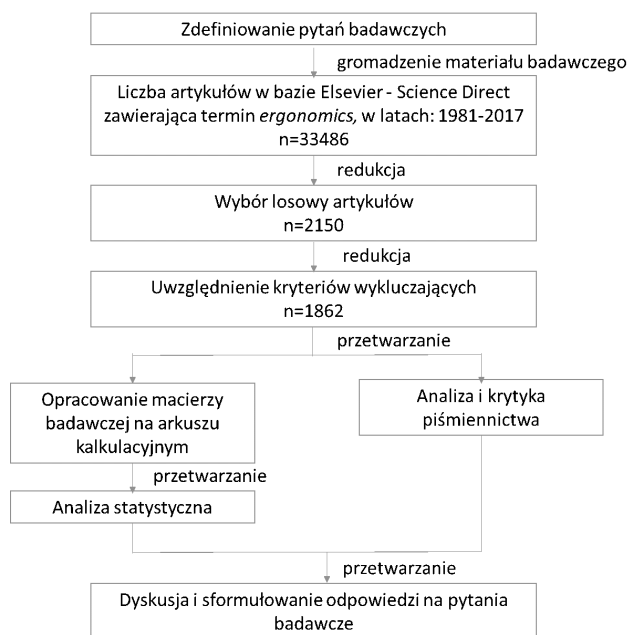
- sprecyzowany opis branż lub profili działalności podmiotów, w ramach których prowadzone były studia w zakresie ergonomii;
- wyraźnie zidentyfikowany przedmiot badań ergonomicznych.

W oparciu o powyższe kryteria wykluczono z dalszej analizy 288 artykułów, pozostawiając 1862.

Na potrzeby analizy został opracowany arkusz kalkulacyjny reprezentujący macierz badawczą umożliwiającą wykonywanie obliczeń statystycznych. W macierzy uwzględniono następujące składowe:

- tytuł artykułu,
- rok wydania,
- nazwa czasopisma,
- kraj,
- przedmiot badań,
- sektor / branża / specjalizacja.

Dodatkowo zastosowano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa w celu sformułowania odpowiedzi na wybrane pytania badawcze. Na rysunku 1 pokazano schemat badawczy stanowiący podstawę prac analitycznych.



Rys. 1. Schemat badawczy

3. Wyniki badań

Badania objęły okres od 1981 do 2017. Przy czym liczba artykułów w podziale na poszczególne lata była zróżnicowana i wynosi w najwcześniejszym ujętym roku jedną publikację w 1981, w kolejnych latach, tj. od 1995 do 2007 oscyluje w przedziale 20 do 30 publikacji, 2008-2011 od 40 do 60 publikacji, 2012-2013 od 70 do 80 publikacji, dla 2014 liczba publikacji wynosi 119, dla 2015 liczba publikacji wynosi 470, dla 2016 liczba publikacji wynosi 292 oraz w 2017 liczba ta wynosi 247.

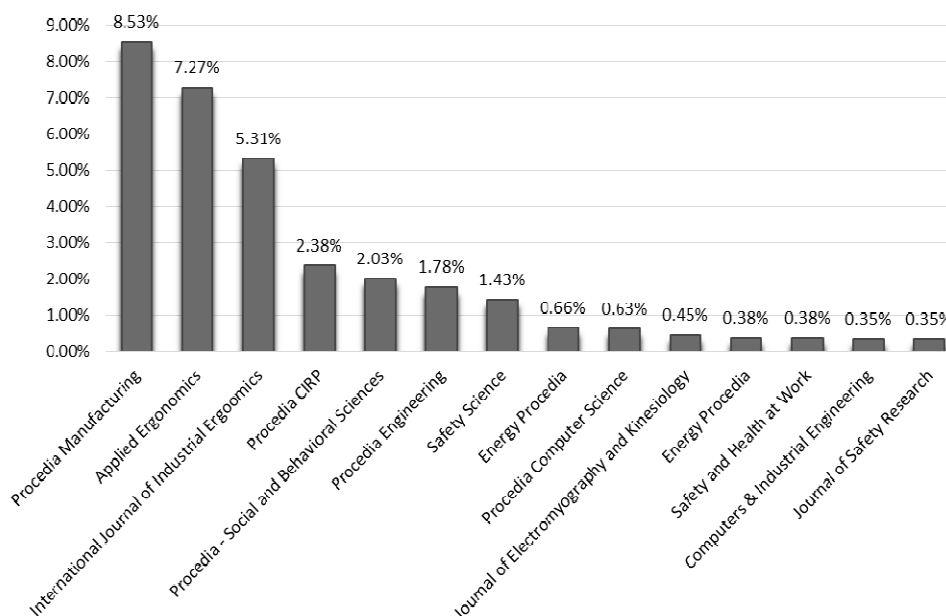
Biorąc pod uwagę całościowe zestawienie ilościowe, w tabeli 1 przedstawiono sumaryczne zestawienie uwzględniające elementy dalszej analizy statystycznej.

Tab. 1. Zestawienie ilościowe

Lp.	Rok	Rodzaj czasopisma	Kraj	Przedmiot badań	Branża/specjalizacja
n=2862	od 1981 do 2017	n=292	n=78	n=19	n=31

Zidentyfikowano ogółem 292 różnych czasopism oraz wydawnictw pokonferencyjnych, które uwzględniają w zakresie zainteresowań problematykę ergonomii, z czego w 81 przypadkach wydano co najmniej dwa artykuły zawierające przedmiotową tematykę.

Na rysunku 2 przedstawiono wykaz czternastu czasopism (z ogólnej liczby 292), na łamach których wydano najwięcej artykułów zawierających w treści słowo kluczowe „ergonomics”. Przy czym w wykazie tym uwzględniono tylko czasopisma, gdzie liczba przypisanych do nich artykułów wynosi co najmniej 10.

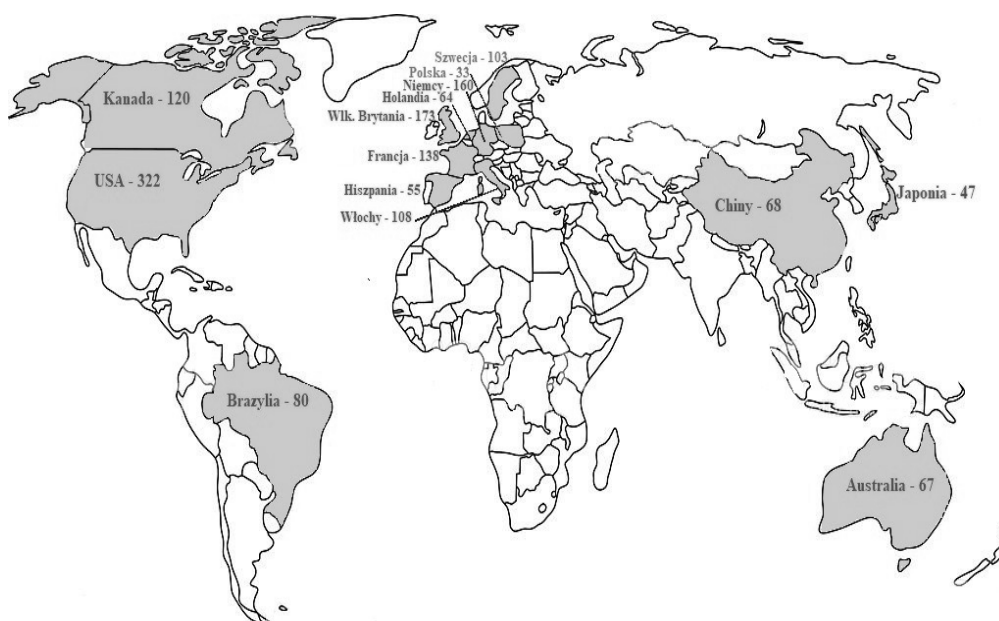


Rys. 2. Udział procentowy artykułów w podziale na czasopisma

Biorąc pod uwagę analizowaną próbę badawczą, najczęściej artykuły o tematyce ergonomii kierowane były do czasopisma *Procedia Manufacturing* (244 artykuły) co stanowi 8,35% wszystkich analizowanych artykułów. W następnej kolejności był to *Applied Ergonomics* (odpowiednio 208 artykułów, 7,27%) oraz *International Journal of Industrial Ergonomics* (odpowiednio 152 artykuły, 5,31%). Kolejne czasopisma wykazują wartości poniżej 100 artykułów.

Mapa geograficzna reprezentująca kraje, w których realizowane były badania poruszające kwestie ergonomii zawiera 78 krajów zlokalizowanych na wszystkich kontynentach, z czego największa liczba pochodzi z USA (322 artykuły), Wielkiej Brytanii (173 artykuły), Niemiec (160 artykuły), Francji (138 artykuły), Kanady (120 artykuły), Włoch (108 artykułów) oraz Szwecji (103 artykuły). Pozostałe kraje wykazują liczbę artykułów poniżej 100, w tym Polska z liczbą 33 artykułów, co plasuje ją na 16 miejscu. Znaczącym jest fakt, że Chiny stanowią stosunkowo nieduży odsetek pochodzenia artykułów, a te prezentują badania ukierunkowane głównie na ergonomię produktu, a nie na procesy pracy. Priorytetem są tutaj zatem głównie użytkownicy końcowi (klienci), w mniejszym stopniu pracownicy.

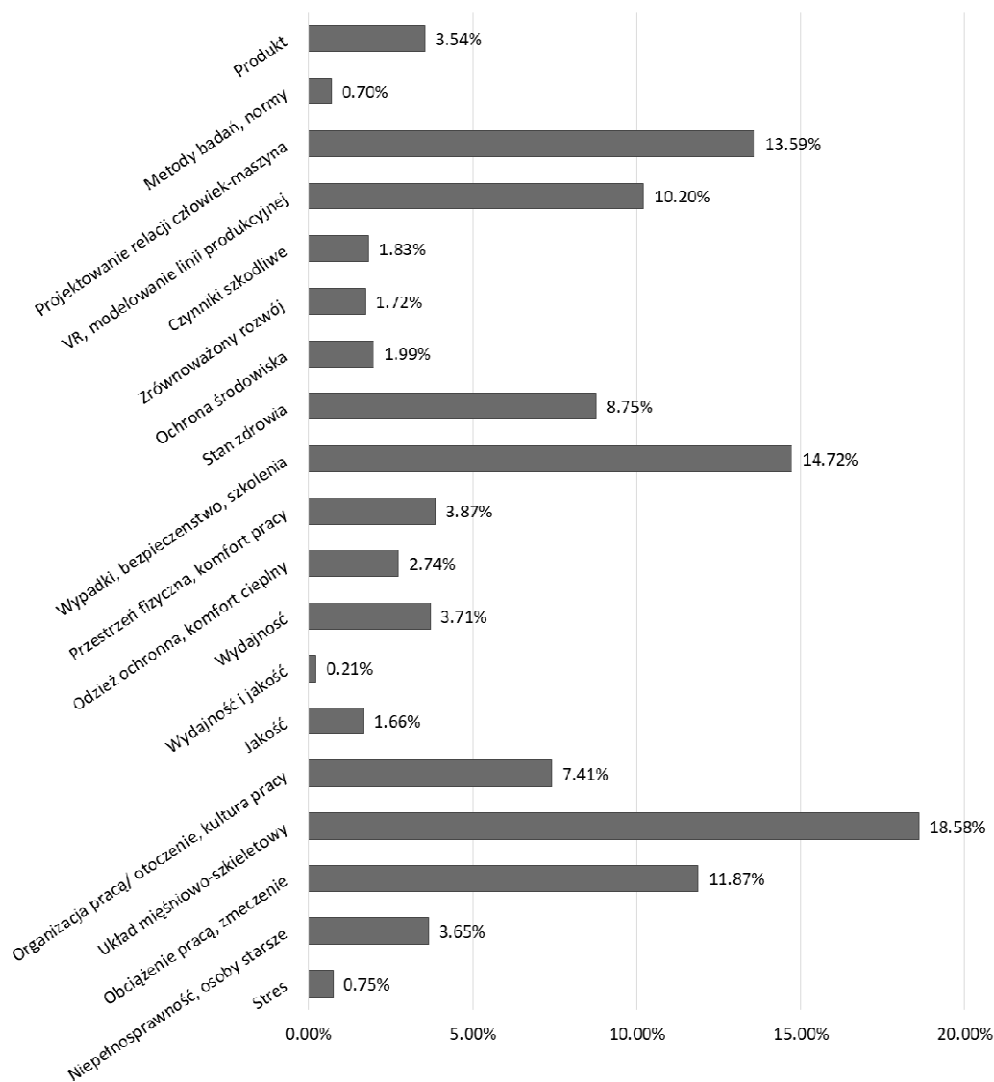
Na rysunku 3 przedstawiono mapę z zaznaczonymi krajami, z których pochodzi największa liczba artykułów.



Rys. 3 Mapa z zaznaczonymi krajami, z których pochodzi największa liczba artykułów
 Źródło: <https://www.istockphoto.com/pl/wektor/kontur-polityczna-mapa-%C5%9Bwiata-z-kraj-%C3%B3w-ilustracja-wektorowa-gm512102005-47149032>

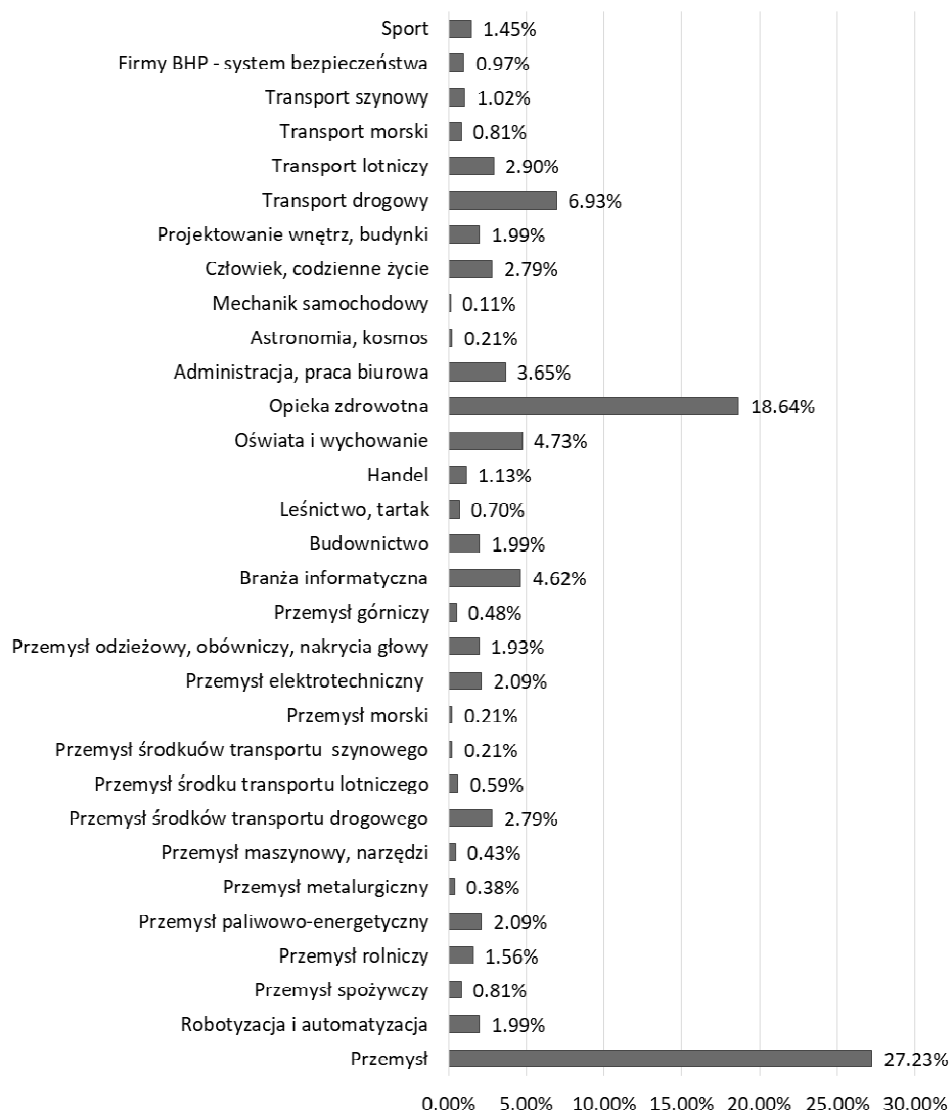
Kolejnym elementem analizy ilościowej była identyfikacja przedmiotu badań podejmowanych w ramach poszczególnych artykułów. Rozpoznano ogółem 19 obszarów badań, z czego najczęściej (udział powyżej 10%) podejmowanymi obszarami były prace w zakresie: obciążenia układu mięśniowo szkieletowego (346 artykułów), wypadkowości i

BHP (274 artykuły), projektowanie środków technicznych, w tym relacji w układzie człowiek-maszyna (253 artykuły), zagadnień obciążenia pracą i zmęczenia (221 artykuły) oraz zastosowanie wirtualnej rzeczywistości, w tym w zakresie komputerowo wspomaganego modelowania linii produkcyjnych (190 artykułów). Całościowe dane dotyczące struktury przedmiotowej badań zaprezentowano na rysunku 4.



Rys. 4. Struktura przedmiotowa badań

Dodatkowo elementem analizy statystycznej było rozpoznanie branż lub specjalizacji, w ramach których prowadzone były badania. W tym przypadku zidentyfikowano 31 różnych obszarów, co pokazano na rysunku 5. Dwa spośród wytypowanych obszarów zdecydowanie dominują wśród pozostałych. Są to przemysł, w tym przede wszystkim przemysł wytwórczy oraz ochrona zdrowia.



Rys. 5 Struktura podmiotowa badań

4. Dyskusja

Analiza wyników wyraźnie pokazuje ukierunkowanie zainteresowań ergonomii w stronę przemysłu wytwórczego, na co wskazuje zarówno profil najbardziej popularnych pod względem tej tematyki czasopism, tj. *Procedia Manufacturing* czy też *International Journal of Industrial Ergonomics*, jak również profil problemowy samych artykułów, gdzie podmiotem badań są przedsiębiorstwa wytwórcze.

Wysoka liczba publikacji o tematyce ergonomii w czasopiśmie pozornie nie nastawionym na raportowanie tego typu doniesień badawczych, tj. *Procedia Manufacturing*,

może wynikać z faktu, że stanowi ono wydawnictwo pokonferencyjne z licencją typu „open access”, co znacząco wpływa na uproszczenie procesu wydawniczego. Dodatkowo większość odnotowanych artykułów wydanych pod agendą w/w czasopisma powiązanych była z konferencją o tematyce ergonomicznej, pt. „Applied Human Factor and Ergonomics”. Niemniej jednak podkreślić należy fakt, że zasadniczo w ramach głównej tematyki czasopisma nie występuje pojęcie ergonomii. Świadczy to zatem o tym, że przedmiotowe zagadnienie stanowi jeden z ważniejszych obszarów w zakresie kształtowania procesów wytwórczych opartych na podejściu human factor design. W analizowanym przypadku procesy te dotyczą w największej mierze przemysłu motoryzacyjnego biorąc po uwagę zarówno kwestie ergonomii pracy w procesie wytwórczym [3, 4, 5, 6], jak również ergonomię samego pojazdu samochodowego, w szczególności w kontekście jazdy zautomatyzowanej [7, 8, 9, 10]. Ponadto na uwagę zasługują badania uwzględniające starzejące się społeczeństwo [11]. W mniejszym stopniu uwaga skupiona jest na połączeniu ergonomii ze zwiększeniem wydajności (1 artykuł: [12]) czy jakości pracy (2 artykuły: [13, 14]).

Biorąc pod uwagę drugie pod względem liczby publikacji czasopismo, tj. Applied Ergonomics, głównymi obszarami badawczymi w badanej próbie są analiza pracy pod względem obciążenia posturalnego, w tym powiązanie dolegliwości mięśniowo-szkieletowych z czynnikami stresogennymi [15, 16, 17, 18]. Elementem badań są również kwestie dostosowania cech antropometrycznych człowieka do sfery technicznej, w tym maszyn, narzędzi czy też środków ochrony indywidualnej, występującej w procesach pracy [19, 20]. Ponadto ważnym aspektem w kształtowaniu warunków pracy, który można dostrzec w opisach badań opublikowanych na łamach Applied Ergonomics jest uwzględnienie bardziej miękkich obszarów zainteresowania ergonomii jak zarządzanie i kultura bezpieczeństwa, czy też partycypacyjne podejście do projektowania ergonomicznego [21, 22, 23].

Podobny profil tematyczny reprezentowany jest przez trzecie pod względem popularności czasopismo z zakresu ergonomii, tj.: International Journal of Industrial Ergonomics. Tu również często podejmowanym przedmiotem badań są obciążenia mięśniowo szkieletowe pracowników [24, 25, 26]. Dodatkowo podejmowane są kwestie organizacji pracy, charakterystyki ruchów manualnych na stanowiskach przy liniach montażowych głównie w przemyśle motoryzacyjnym, w tym także ujmujące kwestie przeciążeń układu narządu ruchu [27, 28, 29, 30].

Poddając pod dyskusję przedmiot badań ergonomicznych, wynik analizy całej próby badawczej wskazuje tu wyraźnie na problem dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego. Przy czym obok branży przemysłowej, problem ten na tle wyodrębnionych w analizie sfer działalności człowieka, występuje wyraźniej w ochronie zdrowia, głównie w odniesieniu do pracy lekarzy i pielęgniarek. Zagrożenia związane są w tym wypadku z posługiwaniem się nieergonomicznymi narzędziami chirurgicznymi a także koniecznością ręcznego dźwignia i przemieszczania pacjentów [31, 32, 33].

Kolejny pod względem częstości występowania przedmiot zainteresowania badaczy, którym jest wypadkowość i kwestie bezpieczeństwa pracy BHP również przypisany jest głównie do przemysłu wytwórczego.

Niemniej obszarem licznych interwencji badawczych w zakresie BHP jest również branża budowlana, wskazywana jako jedna z najbardziej niebezpiecznych pod względem występowania ryzyka wypadkowego idąca dodatkowo w parze z niepoprawnymi warunkami pracy [34].

Podobnie niebezpiecznym sektorem jest lotnictwo. Tutaj jednak kwestie ergonomii rozpatrywane są głównie z punktu widzenia zmęczenia, które niejednokrotnie przekształca się w przeciążenie poznawcze. Takie dolegliwości dotyczą jednak dość wąską grupę zawodową w analizowanej branży tj. bądź kontrolerów lotów bądź też pilotów statków powietrznych i kosmicznych, i są utożsamiane ze zmęczeniem lub też obciążeniem poznawczym [35, 36], co z kolei ma swoje implikacje w wydajności pracy i występowaniu błędów ludzkich [37, 38].

Analizując w dalszych rozważaniach kwestię wydajności pracy wydaje się uzasadnione optymalizowanie tego zjawiska z punktu widzenia ergonomii a przede wszystkim poszukiwanie korelacji między wyższym stopniem ergonomiczności stanowiska pracy i zwiększaniem wydajności pracy. Sam temat wydajności pracy był w badanej próbie podejmowany 69 razy co daje raczej niski udział procentowy artykułów zawierających tą ważną sferę działalności każdej organizacji (3,71%) w tym znikoma część zawierała raporty badawcze wskazujące na bezpośrednie powiązanie określonych czynników kształtujących ergonomię pracy z wydajnością. Dodatkowo badania, które zostały zrealizowane i opisane w w/w artykułach prezentują głównie albo negatywne skutki wynikające z niewłaściwych warunków pracy objawiające się obniżeniem wydajności [39] albo też jednostronnie traktują niniejszą tematykę skupiając się na poszukiwaniu sposobów na zwiększenie wydajności pracy, które nie wpłyną na podwyższenie ryzyka zawodowego [40]. Brakuje tu zatem przykładów pokazujących podejście odmienne, wydające się być bardziej zbliżone do zasady projektowania humanocentrycznego, gdzie zjawisko doskonalenia ergonomii idzie w parze ze zwiększaniem wydajności pracy.

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Przedstawiony wycinek wyników badań literaturowych dowodzi, że problematyka ergonomii pracy jest cały czas aktualna, a nawet zyskuje na znaczeniu biorąc pod uwagę nowe osiągnięcia techniczne i organizacyjne w szerokim spektrum obszarów działalności człowieka.

Rozmieszczenie przestrzenne pochodzenia artykułów dowodzi, że największym oprócz USA obszarem geograficznym, gdzie podejmuje się badania w zakresie ergonomii pracy jest Europa. Oznacza to, że podejście humanocentryczne jest ważnym aspektem w kształtowaniu aktywności zawodowej i ochrony człowieka na naszym kontynencie. Biorąc pod uwagę zestawienia ilościowe, niewątpliwie łatwo jest wyróżnić sektory gospodarki, które są dominującymi w kwestii prowadzonych badań ergonomicznych. Jest to przede wszystkim przemysł wytwórczy, branży motoryzacyjnej, gdzie nadal nierozwiązanym problemem są obciążenia mięśniowo-szkieletowe, zwłaszcza wśród pracowników pracujących na linii montażowej. W analizowanej próbie badawczej wyróżniał się również sektor ochrony zdrowia, w którym występują podobne problemy dotyczące pozycji ciała i dolegliwości ze strony układu narządu ruchu. Identyfikacja tychże problemów obejmująca również inne negatywne skutki niedostosowania pracy do właściwości człowieka były główną przesłanką podejmowania studiów ergonomicznych, które w konsekwencji zarówno diagnozowały problem, jak również stanowiły punkt wyjścia do podejmowania działań korygujących.

Zgromadzony materiał badawczy reprezentował wysoki stopień zróżnicowania problematyki, pokazując możliwości aplikacyjne dorobku z zakresu ergonomii w doskonaleniu procesów pracy nie tylko w przemyśle, z którego ergonomia się wywodzi, ale w każdej innej działalności obejmującej zarówno prace fizyczne jak i intelektualne. Na

znaczeniu zyskuje tutaj ergonomia kognitywna, zajmująca się zjawiskami zmęczenia mentalnego. Niewątpliwie, każda nowa dziedzina działalności będzie wiązała się z nowymi potrzebami ergonomicznymi.

Tymczasem wskazano na możliwość badania ergonomicznego na tle produktywności i wydajności pracy. Istotnym zadaniem może być tutaj poszukiwanie takich rozwiązań interdyscyplinarnych, zaczerpniętych zarówno z dorobku nauk technicznych, jak i społecznych, które umożliwią tworzenie synergii pomiędzy doskonaleniem ergonomii pracy i zwiększaniem wydajności pracy wyrażonej wielkościami ekonomicznymi.

Artykuł jest wynikiem badań realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej w ramach pracy statutowej pt. „Środki i sposoby doskonalenia produktów i usług na wybranych przykładach” oznaczonej symbolem 13/030/BK_17/0027.

Literatura:

1. Jastrzębowski W.B.: Rys Ergonomii czyli Nauki o Pracy opartej na naukach poczerpniętych z Nauki Przyrody. Przyroda i Przemysł (numery 29-32). Poznań 1857
2. Dietrych J.: System i konstrukcja. Warszawa 1985
3. Zanellaa A., Cisia A., Costantino M., Di Pardo M., Pasquettaza G., Vivoa G.: Criteria definition for the identification of HRC use cases in automotive manufacturing. *Procedia Manufacturing* 11 (2017) 372–379
4. Reyesa R.M., de la Rivaa J., Maldonadob A., Woocaya A., de la Oa R.: Association between Human Error and Occupational Accidents' Contributing Factors for Hand Injuries in the Automotive Manufacturing Industry. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 6498 – 6504
5. Jasiak A.: Ergonomic modernization in a selected automotive company. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 4769–4775
6. Spadaa S., Ghibaudoa L., Gilotta S., Gastaldib L., Pia Cavatortab M.: Investigation into the applicability of a passive upper-limb exoskeleton in automotive industry. *Procedia Manufacturing* 11 (2017) 1255–1262
7. Stockert S., Richardson N.T., Lienkamp M.: Driving in an increasingly automated world – approaches to improve the driver-automation interaction. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 2889–2896
8. Banks V.A., Stanton N.A.: Discovering driver-vehicle coordination problems in future automated control systems: Evidence from verbal commentaries. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 2497–2504
9. Nowakowski C., Shladover S.E., Tan H.S.: Heavy vehicle automation: Human factors lessons learned. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 2945–2952
10. Golda Ch., Körbera M., Hohenbergerb Ch., Lechnera D., Benglera K.: Trust in automation –Before and after the experience of take-over scenarios in a highly automated vehicle. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 3025–3032
11. Jannya B., Maiera T.: Optimization of hand-operated human-machine interfaces for the elderly through internal grip force measurement. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 5366–5372
12. Mengoni M., Matteucci M., Raponi D.: A multipath methodology to link ergonomics, safety and efficiency in factories. *Procedia Manufacturing* 4 (2015) 17–22
13. Mrugalska B., Tytyk E.: Quality control methods for product reliability and safety. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 5897–5904

14. Młotek M., Kuta Ł., Stopa R., Komarnicki P.: The effect of manual harvesting of fruit on the health of workers and the quality of the obtained produce. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 1712–1719
15. Lee W., Seto E. Lin K.-Y., Migliaccio G.C.: An evaluation of wearable sensors and their placements for analyzing construction worker's trunk posture in laboratory conditions. *Applied Ergonomics*, 65 (2017) 424–436
16. Fethk N.B., Gant L.C., Gerr F.: Comparison of biomechanical loading during use of conventional stud welding equipment and an alternate system. *Applied Ergonomics*, 42 (2011) 725–734
17. Damecour C., Abdoli-Eramaki M., Ghasempoor A., Stevenson J.: Comparison of three strategies of trunk support during asymmetric two-handed reach in standing. *Applied Ergonomics*, 43 (2012) 121–127
18. Eatough E.M., Way J.D., Chang Ch.-H.: Understanding the link between psychosocial work stressors and work-related musculoskeletal complaints. *Applied Ergonomics*, 43 (2012) 554–563
19. Victor V.M., Nath S., Verma A.: Anthropometric survey of Indian farm workers to approach ergonomics in agricultural machinery design. *Applied Ergonomics* 33 (2002) 579–581
20. Lacko D., Vleugelsb J., Fransen E., Huysmans T., De Bruyne G., Van Hulle M.M., Sijbers J., Verwulgen S.: Ergonomic design of an EEG headset using 3D anthropometry. *Applied Ergonomics* 58 (2017) 128–136
21. Rocha R., Mollo V., Daniellou F.: Work debate spaces: A tool for developing a participatory safety management. *Applied Ergonomics* 46 (2015) 107–114
22. Siemieniuch C.E., Sinclair M.A.: On complexity, process ownership and organisational learning in manufacturing organisations, from an ergonomics perspective. *Applied Ergonomics* 33 (2002) 449–462
23. Kazataka K.: Participatory methods effective for ergonomic workplace improvement. *Applied Ergonomics* 37 (2006) 547–554
24. Balasubramanian V., Adalarasu K., Regulapati R.: Comparing dynamic and stationary standing postures in an assembly task. *International Journal of Industrial Ergonomics* 39 (2009) 649–654
25. Major M.-E., Vezina N.: Analysis of worker strategies: A comprehensive understanding for the prevention of work related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics* 48 (2015) 149–157
26. Occhipinti E., Colombini D.: A toolkit for the analysis of biomechanical overload and prevention of WMSDs: Criteria, procedures and tool selection in a step-by-step approach. *International Journal of Industrial Ergonomics* 52 (2016) 18–28
27. Cappelletto J., Smets M., Liebrechts J., Potvin J.R.: A survey of leaning and bracing behaviours in an automotive assembly plant. *International Journal of Industrial Ergonomics* 58 (2017) 33–37
28. Falck A.-Ch., Ortengren R., Rosenqvist M., Soderberg R.: Basic complexity criteria and their impact on manual assembly quality in actual production. *International Journal of Industrial Ergonomics* 58 (2017) 117–128
29. Dencker B., Balzer H.-J., Theuerkauf W.E., Schweres M.: Using a production-integrated video learning system (PVL) in the assembly sector of the car manufacturing industry. *International Journal of Industrial Ergonomics* 23 (1999) 525–537

30. Zare M., Bodin J., Cercier E., Brunet R., Roquelaure Y.: Evaluation of ergonomic approach and musculoskeletal disorders in two different organizations in a truck assembly plant. *International Journal of Industrial Ergonomics* 50 (2015) 34–42
31. Li Z., Wang G., Tan J., Sun X., Lin H., Zhu S.: Building a framework for ergonomic research on laparoscopic instrument handles. *International Journal of Surgery* 30 (2016) 74–82
32. Owen B.D., Keene K., Olson S.: An ergonomic approach to reducing back/shoulder stress in hospital nursing personnel: a five year follow up. *International Journal of Nursing Studies* 39 (2002) 295–302
33. Wong K., Grundfast K.M., Levi J.R.: Assessing work-related musculoskeletal symptoms among otolaryngology residents. *American Journal of Otolaryngology–Head and Neck Medicine and Surgery* 38 (2017) 213–217
34. Pinto A., Nunes I.L., Ribeiro R.A.: Occupational risk assessment in construction industry – Overview and reflection. *Safety Science* 49 (2011) 616–624
35. Marinescu A., Sharples S., Ritchie A.C., Sánchez López T., McDowell M., Morvan H.: Exploring the Relationship between Mental Workload, Variation in Performance and Physiological Parameters. *IFAC-PapersOnLine* 49-19 (2016) 591-596
36. Silva-Martinez J.: Human systems integration: process to help minimize human errors, a systems engineering perspective for human space exploration missions. *REACH - Reviews in Human Space Exploration* 2 (2016) 8–23
37. Chang Y.-H., Yeh Ch-H: Human performance interfaces in air traffic control. *Applied Ergonomics* 41 (2010) 123–129
38. Yang K., TAO, Liquan, Bai J: Assessment of Flight Crew Errors Based on THERP. *Procedia Engineering* 80 (2014) 49–58
39. Sobhani A., Wahab M.I.M., Neumann W.P.: Investigating work-related ill health effects in optimizing the performance of manufacturing systems. *European Journal of Operational Research* 241 (2015) 708–718
40. Riemer R., Bechar A.: Investigation of productivity enhancement and biomechanical risks in greenhouse crops. *Biosystems Engineering* 147 (2016) 39–50

Dr inż. Joanna BARTNICKA
 Mgr inż. Patrycja KABIESZ
 Instytut Inżynierii Produkcji
 Wydział Organizacji i Zarządzania
 Politechnika Śląska
 41-800, Zabrze, ul Roosevelta 26-28
 tel.: +48 (32) 277 73 11
 e-mail: Joanna.Bartnicka@polsl.pl
 Patrycja.Kabiesz@polsl.pl