



# KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO DLA OBCIĄŻENIA PRACĄ FIZYCZNĄ

Anna Mączewska, Aleksandra Polak-Sopińska

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki, Politechnika Łódzka, Poland

*Corresponding author:*

Anna Mączewska

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

Politechnika Łódzka

Wólczańska 215, 90-924 Łódź, Poland

phone: (+48) 42 6313254

e-mail: anna.maczewska@p.lodz.pl

---

## COMPUTER-AIDED OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT OF PHYSICAL WORKLOAD

### ABSTRACT

The paper describes an assessment of the possibilities of selected Polish-language computer applications of estimating the risk of physical workload of employees at production workplaces (on-line application “IRYS” by CIOP-PIB, “BHP – Ocena ryzyka zawodowego” by PENTA Soft, application by alumni of Lodz University of Technology), with special consideration of static workload. The research questions have been formulated, physiological and legal guidelines have been presented, which served to develop assessment criteria. The results of the evaluation carried out by the authors have been presented. The analysis indicates deficiencies in existing software, which can be the basis for developing guidelines for newly created applications.

### KEYWORDS

Computer aid, risk assessment, static workload, dynamics workload, REBA, RULA, KIM, OWAS.

---

## 1. Wprowadzenie

Celem badań opisanych w tym artykule jest ocena polskojęzycznych aplikacji komputerowych, służących do oceny obciążenia pracownika pracą fizyczną (ze szczególnym uwzględnieniem obciążenia statycznego) w kontekście ich przydatności do projektowania i analizowania organizacji stanowisk pracy. Ewaluacja aplikacji do oceny obciążenia dynamicznego (oznaczania wydatku energetycznego) została przedstawiona w poprzednim artykule autorek<sup>1</sup>.

Podczas wykonywania pracy, zarówno fizycznej, jak i umysłowej, można mówić o obciążeniu fizycznym i psychicznym. Obciążenie fizyczne dzieli się wprost zależnie od rodzajów wysiłku fizycznego, na jakie narażony jest organizm ludzki podczas wszelkiej pracy. Wysiłek fizyczny dzielony jest na dwa podstawowe rodzaje: wysiłek dynamiczny i statyczny. Tak samo wygląda zatem podział obciążenia fizycznego [8]. Wysiłek dynamiczny ma charakter izotoniczny, skurcz mięśnia skutkuje skróceniem jego długości. Wysiłek statyczny – izometryczny – nie powoduje tak widocznych zmian długości mięśnia, lecz wzrasta jego napięcie. Oba rodzaje wysiłku wymagają innej adaptacji układu krążenia, zarówno ilościowo, jak i jakościowo. Wysiłek dynamiczny jest związany ze zmianami w układzie krążenia ściśle

proporcjonalnymi do wzrostu poziomu metabolizmu koniecznego do pracy mięśni. Obserwowany jest wyraźny wzrost pojemności minutowej serca, natomiast ciśnienie krwi podnosi się w małym zakresie. Jakkolwiek zmiana objętości wyrzutowej serca jest charakterystyczna dla wysiłku dynamicznego, jej wielkość jest cechą indywidualną. Ogólna tendencja wskazuje, iż zmiany te są wyraźniejsze przy wysiłku w pozycji wyprostowanej, niż w pozycji leżącej, a również na samym początku czynności, niż podczas jej kontynuacji. Wysiłek statyczny charakteryzuje się odwrotnymi reakcjami – pojawia się niewielki wzrost metabolizmu, tak jak i pojemności minutowej serca (zależącej głównie od przyspieszenia czynności serca), nie zmieniając jego objętości wyrzutowej. Przy wysiłku statycznym ciśnienie krwi rośnie znacząco. Oznacza to, że wysiłek już niewielkiej grupy mięśni, gdy jest bliski maksymalnemu, może powodować istotne reakcje układu krążenia [8].

Zgodnie z definicją, obciążenie to relacja między intensywnością wysiłku, a możliwościami osoby wykonującej ten wysiłek. W ocenie obciążenia fizycznego powinna zawierać się właśnie intensywność wysiłku. Wymaga to uwzględnienia wielu elementów: sposobu zaangażowania układu mięśniowego, stopnia powtarzalności poszczególnych ruchów, ich zakres i tory. Z uwagi na tę złożoność przyjęto, że każdy z elementów określany jest

---

<sup>1</sup>Polak-Sopińska A., Mączewska A., Kalinowska P., *Assessment of the usefulness of software applications for estimating human energy expenditure in workplace organization*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 4(40), 63–78, Tarnów, 2018, doi: <https://doi.org/10.25944/znmwse.2018.04.6378>.

oddzielnie, w tym także wysiłek dynamiczny, statyczny i wielkość sił [7].

Obciążenie statyczne związane jest w większości przypadków z napięciami posturalnymi przy utrzymaniu pożądanego pozycji ciała. Praktycznie każda praca dynamiczna związana jest również z napięciami statycznymi grup mięśniowych decydujących o przyjmowanej pozycji ciała. Wysiłek statyczny pojawia się również przy wykonywaniu czynności, zwłaszcza gdy związane jest to z utrzymywaniem podniesionych kończyn górnych, obciążaniem ich, powolnymi ruchami wraz z przykładaniem dużej siły [5]. Gdy mamy do czynienia z przewagą skurczów izometrycznych, czyli przy obciążeniu statycznym, zmęczenie mięśnia pojawia się bardzo szybko. Wystarczy przekroczenie 40% maksymalnej siły danej grupy mięśniowej. Próg ten, jak i maksymalna siła mięśni, obniżają się wraz z wiekiem. Codzienne, trwające wiele lat przeciążanie, które może występować w pracy zawodowej, powoduje drobne uszkodzenia mięśni, skutkujące dolegliwościami układu mięśniowo-szkieletowego [8]. Z uwagi na fakt, iż obciążenie statyczne jest dla organizmu gorsze w skutkach niż obciążenie dynamiczne, we wszystkich możliwych sytuacjach należy go unikać, nawet gdy wiąże się to ze zwiększeniem dynamicznej aktywności mięśniowej [5].

Nadmierne obciążenie fizyczne, zwłaszcza długotrwałe, może spowodować dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego i choroby narządu ruchu (MSDs), a nawet choroby zawodowe układu, czy obwodowego układu nerwowego. Ciężka praca fizyczna podwyższa ryzyko uszkodzenia układu ruchu, stanowi jedną z przyczyn przyspieszenia powstawania zmian zwyrodnieniowych, zwłaszcza kręgosłupa. Praca taka grozi ponadto zaistnieniem chorób układu krążenia, jak np. choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze [8]. Aby ocenić stopień ryzyka związanego z obciążeniem fizycznym, należy posłużyć się różnymi metodami. Oznaczanie wydatku energetycznego służy do oceny ciężkości pracy, jednak główną składową tego wydatku jest energia zużywana głównie na wysiłek dynamiczny. Przy znacznym obciążeniu o charakterze statycznym, zapotrzebowanie energetyczne będzie znacznie mniejsze niż przy choćby lekkiej pracy dynamicznej [5]. Do oceny tego rodzaju obciążenia należy zatem posłużyć się innymi metodami, odpowiednio dobranymi w zależności od czynności wykonywanych na stanowisku pracy, takimi jak np. REBA (Rapid Entire Body Assessment), RULA (Rapid Upper Limb Assessment), LMM (Leitmerkmalmethode; KIM – Key Indicator Method), MAC (Manual handling assessment charts), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health Lifting Equation), OWAS (Ovako Working Posture analysis System), OCRA (Occupational Repetitive Action), JSI (Job Strain Index) [4].

Zgodnie z art. 226 [20], pracodawca ma obowiązek oceny i dokumentacji ryzyka zawodowego związanego

z wykonywaną pracą. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [17], uszczegóławia obowiązki pracodawcy w zakresie oceny ryzyka zawodowego oraz zapewniania pracownikom bezpieczeństwa i higieny pracy. Prawo nie reguluje jednak, którymi metodami ocena ryzyka ma być dokonywana, nie tylko w zakresie samej analizy obciążenia wysiłkiem statycznym i dynamicznym. W ustawie z dnia 19.12.2008 r. o emeryturach pomostowych [21] wspomniana jest metoda OWAS. Wynik uzyskany za jej pomocą odnośnie prac wymagających znacznego pochylecia i (lub) skręcenia pleców przy jednoczesnym wywieraniu siły powyżej 10 kG dla mężczyzn i 5 kG dla kobiet stanowi wartość porównawczą w definicji pracy o wymuszonej pozycji ciała. Szczegółowe zasady i kryteria oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą określają natomiast Polskie Normy obejmujące m.in. grupę klasyfikacyjną ICS nr 13.180 „Ergonomia”<sup>2</sup> i 13.110 „Bezpieczeństwo maszyn”<sup>3</sup>. Są to normy nieobligatoryjne, dobrych praktyk, za które przedsiębiorca musi zapłacić i często nie wie o ich istnieniu [6]. Przepisy prawne regulują natomiast dopuszczalne normy w zakresie wydatku energetycznego, mas ładunków dozwolonych w transporcie ręcznym, sił używanych przez pracownika podczas prac. Tak jak w przypadku wyboru metod obliczania wydatku energetycznego, tak i przy szczegółowych metodach oceniania obciążeń, pracodawca ma dowolność stosowanych metod, jak i brak obowiązku korzystania z usług specjalistów w tej dziedzinie. Gdy podejmuje się tego samodzielnie, często brak mu adekwatnej wiedzy, nie tylko co do sposobu korzystania z danej metody, ale już na etapie wyboru, która z nich będzie odpowiednią. W większości są one skierowane do ergonomistów, nie zaś do inżynierów, których coraz częstszym zadaniem jest wskazanie czynników ryzyka i ich szacowanie na poszczególnych stanowiskach pracy [13]. Pomocą mogą być odpowiednie aplikacje komputerowe, które wspomagałyby nie tylko proces przeprowadzenia oceny odpowiednio dobraną metodą, lecz również wskazywałyby na przekroczenia prawnie dopuszczalnych wartości wydatku energetycznego, mas ładunków i/lub sił przykładanych przez pracownika. Odpowiednie narzędzie komputerowe mogłoby być nie tylko wsparciem w szacowaniu obciążenia, lecz również w konfrontacji z wymogami prawnymi, których zmiany mogą zostać niezauważone przez osobę, która ma dokonać oceny i analizy.

Dokonanie oceny obciążenia może zostać wykonane w ramach Programu dofinansowania działań skierowanych na utrzymanie zdolności do pracy przez cały okres aktywności zawodowej, prowadzonych przez płatników składek<sup>4</sup>. Pomiary takie powinny być wykonywane wyłącznie jako element innych przewidzianych wnioskiem, jak np. ocena ryzyka zawodowego. Program przewiduje działania typu inwestycyjnego i do-

<sup>2</sup><https://www.iso.org/ics/13.180/x/>

<sup>3</sup><https://www.iso.org/ics/13.110/x/>

<sup>4</sup><http://bip.zus.pl/konkurs-dofinansowanie-dzialan-platnika-skladek-na-poprawe-bezpieczenstwa-i-higieny-pracy>

radczego. W ramach inwestycyjnych można m.in. zakupić i zainstalować urządzenia bez własnego napędu służące ograniczeniu obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego przy pracach ręcznych związanych z przemieszczaniem przedmiotów, ładunków lub materiałów. Gdy urządzenia przemieszczane ręcznie nie zapewniają skutecznego ograniczenia tych obciążeń, możliwe jest dofinansowanie w wysokości do 50 000 zł (w sumie) na zakup i instalację wózków jezdniowych podnośnikowych i innych urządzeń samojezdnych. Działania doradcze to np. przeprowadzenie analizy i oceny ergonomiczności miejsca pracy, które muszą oddziaływać na poprawę ergonomii stanowisk pracy. Program jest kierowany ze szczególnym uwzględnieniem do sektora małych i średnich przedsiębiorstw<sup>5</sup>.

## 2. Metoda i kryteria wyboru

Do przeprowadzenia badań szukano prostych kalkulatorów i aplikacji/programów komputerowych. Przyjęto następujące kryteria wyboru:

- ogólnodostępność – wskazane pozyskanie za pomocą Internetu;
- koszty – dostępna wersja bezpłatna lub demonstracyjna;
- autorstwo – opracowane przez uznaną w Polsce instytucję lub laboratorium badawcze, instytucję naukową albo kontrolną;
- język – dostępna polska wersja językowa;
- adekwatność zastosowania – do oceny stanowisk pracy.

Wyboru dokonano za pomocą przeglądarki Google, wyszukując z użyciem kombinacji słów kluczowych: program komputerowy, aplikacja komputerowa, kalkulator, metoda RULA, metoda REBA, NIOSH, OWAS, metoda KIM, metoda LMM, metoda MAC, ocena ryzyka, obciążenie fizyczne, obciążenie statyczne.

Zdecydowaną większość wyników wyszukiwania stanowiły programy angielskojęzyczne. W wyniku tego wyszukiwania znaleziono 2 aplikacje, gdzie jedna z nich nie spełnia kryterium autorstwa. Analizie poddano również program „Metody oceny ryzyka zawodowego” (MORZ) opracowany przez absolwentów Politechniki Łódzkiej – Piotra Płużkę i Łukasza Firazę.

Oceniane programy to:

- bezpłatny „Interaktywny system oceny ryzyka zawodowego IRYS – Centralny Instytut Ochrony Pracy, Państwowy Instytut Badawczy” [2];
- płatny „Programy komputerowe dla BHP – Ocena ryzyka zawodowego” stworzony przez Zakład Usług Informatycznych PENTA Soft. Firma ta istnieje od 1990 roku, zaś od 1992 zajmuje się tworzeniem profesjonalnych programów komputerowych do wspomagania pracy służb BHP, używanych w firmach, uczelniach, urzędach i instytucjach [10];

- aplikacja MORZ stworzona przez absolwentów Politechniki Łódzkiej.

Autorki tego artykułu podjęły próbę udzielenia odpowiedzi na poniżej podane pytania:

- jak powinna zostać zaprezentowana możliwość wyboru metody oraz już wybrana metoda?
- jakie informacje dotyczące pracowników i stanowiska pracy powinny być uzupełniane, w jaki sposób?
- jak powinny być prezentowane wyniki oceny?
- co powinna uwzględniać analiza wyników oceny?

Wyniki dla każdej z ocenianych aplikacji przedstawiono w postaci macierzy, przyznając punkty według skali określonej przy każdym pytaniu. Możliwe były oceny w skali 0–1, jak i 0–5, gdzie wyższa nota jest zawsze korzystniejszą, oznaczającą występowanie badanej cechy, bądź szerszego spektrum możliwości. Ocena „0” oznacza brak jakiegokolwiek możliwości lub węższy zakres wyboru/możliwości cechy.

## 3. Kryteria oceny

Kryteria oceny podzielono na 3 części, zależnie od pełnionych funkcji w przeprowadzanej ocenie obciążenia i analizie ryzyka:

1. wymagania użytkowe,
2. wymagania fizjologiczne,
3. wymagania prawne.

### 3.1. Wymagania użytkowe

Z uwagi na to, że osoby mające dokonać oceny obciążenia, nie muszą posiadać wiedzy na temat odpowiednich metod, program powinien być dość uniwersalny i dawać możliwość zastosowania różnych narzędzi z jednoczesnym ich opisem. Użytkownik powinien już przechodząc do algorytmu oceniania wybranej metody, wiedzieć co będzie przedmiotem oceny – obciążenie posturalne i czynnościowe całego ciała lub wyłącznie kończyn górnych, czy wybrana metoda odnosi się do ręcznego przemieszczania ciężarów (w jaki sposób: pchanie, ciągnięcie, podnoszenie, trzymanie, opuszczanie, przemieszczanie ciężarów bez chodu), czy są to prace zespołowe. Ocenie podlegają również informacje, które są wymagane do wprowadzenia niezależnie od wybranej metody, takie jak m.in.:

- data badania;
- nazwa stanowiska pracy;
- lokalizacja stanowiska;
- krótka charakterystyka pracowników (liczba zatrudnionych osób, płeć, wiek);
- charakterystyka czasu pracy (długość zmiany roboczej, liczba i czas przerw, zmienność, liczba nadgodzin itp.);
- zakres obowiązków i wykonywane czynności wraz z dodatkowymi danymi;
- wykaz maszyn, urządzeń, narzędzi używanych na stanowisku.

<sup>5</sup>Program dofinansowania działań skierowanych na utrzymanie zdolności do pracy przez cały okres aktywności zawodowej, prowadzonych przez płatników składek [http://www.zus.pl/documents/10182/39564/Wyjasnienia\\_dotyczace\\_Wniosku\\_platnika\\_skladek\\_o\\_dofinansowanie\\_projektu+\\_wersja\\_2.pdf](http://www.zus.pl/documents/10182/39564/Wyjasnienia_dotyczace_Wniosku_platnika_skladek_o_dofinansowanie_projektu+_wersja_2.pdf) [09.06.2018].

### 3.2. Wymagania fizjologiczne

Najczęstszą przyczyną występowania obciążeń o charakterze wysiłku statycznego jest konieczność utrzymywania wymuszonej pozycji ciała. Wzrost obciążeń wywołuje każde odchylenie rzutu środka ciężkości. Jak wynika z badań Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi, najbardziej użytecznym wskaźnikiem obciążenia jest jednoczesna klasyfikacja w zależności od stopnia pochylenia i wymuszenia pozycji podczas pracy, czasu utrzymywania takiej pozycji i możliwości jej zmiany podczas wykonywania danej czynności wraz z klasyfikacją wynikającą z łącznej masy przedmiotów przemieszczanych podczas dnia pracy<sup>6</sup>. Spowodowane jest to faktem, iż przenoszenie ciężarów jest czynnością powodującą wysiłek mieszany, statyczno-dynamiczny. Zwiększa on znacznie koszt energetyczny chodzenia, a w wyniku utrzymywania pozycji ciała i podtrzymywania przedmiotu zwiększa się również wysiłek statyczny. Klasyfikację obciążenia na podstawie analizy pozycji ciała według Kirschnera przedstawia tabela 1. W tabeli 2 zamieszczono klasyfikację obciążenia związanego z ręcznym podnoszeniem i przenoszeniem ciężarów według Kocka. IMP zaleca również pewien schemat rytmu pracy i wypoczynku podczas wysiłków statycznych [7].

Zgodnie z klasyfikacjami obciążenia statycznego zamieszczonymi w tabeli 1 i 2, aplikacja powinna analizować i oceniać obciążenie pracą na podstawie analizy przyjmowanej pozycji ciała oraz czasu podnoszenia i przenoszenia ciężarów w zależności od płci i masy ładunku.

Powinny być wskazywane przerwy po określonych czynnościach, wybranych na podstawie chociażby przeprowadzonej klasyfikacji obciążenia statycznego. Warto zwrócić uwagę na możliwość oceny osób 50+, które szybciej osiągną obniżający się z wiekiem stopień zmęczenia mięśnia.

W maju 2017 roku wprowadzone zostały w Polsce zmiany w przepisach dotyczących dopuszczalnych norm w zakresie wydatku energetycznego, mas ładunków dozwolonych w transporcie ręcznym i niezbędnych sił użytych przez pracownika do zapoczątkowania ruchu przedmiotu. Zmiana ta związana była ze zmianą art. 176 [20], co objęło również określenie na nowo wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia, których nie mogą wykonywać wyłącznie kobiety w ciąży lub karmiące dziecko piersią.

Zmiany w [17] dotyczą również ujęcia aspektu kobiet w tym dokumencie. Omówione zostaną jedynie zmiany dotyczące mas ładunków dozwolonych w transporcie ręcznym i niezbędnych sił użytych przez pracownika do zapoczątkowania ruchu przedmiotu. Zmiany dotyczące wydatku energetycznego zostały podane w innym artykule autorek<sup>7</sup>.

W rozporządzeniu tym dodano zapis mówiący o maksymalnej masie przedmiotów przenoszonych przez jednego pracownika na wysokość powyżej obręczy barkowej. Dla kobiet wynosi ona 8 kg przy pracy stałej i 14 kg przy pracy dorywczej, zaś dla mężczyzn odpowiednio 21 kg i 35 kg. Przy przenoszeniu przez pracownika przedmiotów na odległość większą niż 25 m, ich masa nie może przekraczać 12 kg dla kobiet i 30 kg dla

Tabela 1  
Klasyfikacja obciążenia statycznego na podstawie analizy pozycji ciała wg Kirschnera [7].

Stopień obciążenia statycznego	Pozycja ciała przy pracy
Mały	Siedząca niewymuszona; Stojąca niewymuszona z możliwością okresowej zmiany pozycji na siedzącą; Siedząca lub stojąca na przemian z chodzeniem
Średni	Siedząca wymuszona, nie pochylona bądź nieznacznie pochylona; Stojąca niewymuszona, bez możliwości okresowej zmiany pozycji na siedzącą; Stojąca wymuszona, nie pochylona, z możliwością zmiany pozycji na siedzącą
Duży	Siedząca wymuszona, bardzo pochylona; Stojąca wymuszona, nie pochylona, bez możliwości zmiany pozycji na siedzącą; Stojąca, wymuszona, pochylona, niezależnie od możliwości zmieniania pozycji; Kłęcząca, w przysiadzie i inne nienaturalne pozycje

Tabela 2  
Klasyfikacja obciążenia statycznego związanego z ręcznym podnoszeniem i przenoszeniem ciężarów wg Kocka [7].

Czas podnoszenia i przenoszenia ciężarów	Wielkość przenoszonego ciężaru [kg]					
	Obciążenie małe		Obciążenie średnie		Obciążenie duże	
	Mężczyźni	Kobiety	Mężczyźni	Kobiety	Mężczyźni	Kobiety
Sporadycznie (8% dniówki)	33	19	38	22	45	25
Stale (30% dniówki)	8	4	12	7	16	10

<sup>6</sup>Makowiec-Dąbrowska T., Radwan-Włodarczyk Z., Koszada-Włodarczyk W.: *Zastosowanie pomiarów wydatku energetycznego dla określenia dopuszczalnych wielkości przenoszenia ciężarów przez kobiety i mężczyzn*. VI Międzynarodowa konferencja ergonomii uczonych i specjalistów krajów członków RWPG „Ergonomia stanowiska pracy”, Wyd. AGH, Kraków, s. 681–685, 1987.

<sup>7</sup>Polak-Sopińska A., Mączewska A., Kalinowska P., *Assessment of the usefulness of software applications for estimating human energy expenditure in workplace organization*, *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, 4(40), 63–78, Tarnów, 2018, doi: <https://doi.org/10.25944/znmwse.2018.04.6378>.

dla mężczyzn. Przy zapisie dotyczącym przenoszenia na wysokość przekraczającą 4 m i przy kącie nachylenia poniżej 30°, uniezależniono masę przedmiotów od odległości, na jaką są one przenoszone. Przy kącie nachylenia powyżej 30°, która to sytuacja rozważana była jedynie w przypadku kobiet, ale na wysokość powyżej 5 m, również usunięto zależność od odległości, na którą przenoszone są przedmioty. Dla kobiet zmniejszono masę ładunku do 12 kg przy pracy dorywczej, zaś dla mężczyzn dodano zapis o 20 kg przy pracy stałej. Dodana została maksymalna siła użyta przez kobietę, niezbędna podczas oburęcznego przemieszczania przedmiotów do zapoczątkowania ruchu przedmiotu. Zmienił się zapis dotyczący wartości sił używanych przez pracownika do poruszania elementów urządzeń. Dla mężczyzn nieokreślona była obsługa nożna, obecnie przy której maksymalna użyta siła przy pracy stałej wynosi 300 N, a przy dorywczej 500 N. Rozróznilo wartości przy pracy stałej i dorywczej, zarówno przy obsłudze obu-, jak i jednoręcznej. Obecnie wartości te wynoszą dla obsługi oburęcznej przy pracy stałej 120 N, a przy dorywczej pozostawiono 250 N. Przy obsłudze jednoręcznej wynoszą one odpowiednio 50 N i 120 N. Dla kobiet rozróznilo wartości zależnie od rodzaju obsługi. Obsługa oburęczna przy pracy stałej może być wykonywana z maksymalną siłą 50 N, a dorywcza 100 N. Dla obsługi jednoręcznej pojawiły się wartości: 20 N przy pracy stałej, 50 N przy dorywczej. Maksymalna masa ręcznie przetaczanych przedmiotów po terenie poziomym została zmieniona na 200 kg, dodano również zapis o wymaganej twardej i gładkiej nawierzchni oraz określono masę na 80 kg dla kobiet. Przy wtaczaniu na pochylnię masa ta została określona na 20 kg dla kobiet. Rozporządzenie dodało również możliwość pracy zespołowej kobiet, gdzie na jedną pracownicę ma przypadać masa nie większa niż 10 kg przy pracy stałej i 17 kg przy pracy dorywczej. Maksymalna masa przedmiotu w transporcie zespołowym z udziałem kobiet wynosi 200 kg. Dodany został zapis dotyczący siły użytej przez pracownika podczas zespołowego ręcznego przemieszczania przedmiotów, niezbędnej do zapoczątkowania ruchu przedmiotu. Przy pracy stałej jest to próg o wartości 250 N dla mężczyzn i 100 N dla kobiet. Analogicznie, przy pracy dorywczej, jest to 210 N i 80 N. Zmieniony został zapis o maksymalnej dopuszczalnej masie ładunku wraz z wózkiem przy przemieszczaniu za pomocą wózków. Kobiety mogą przemieszczać po terenie o nachyleniu do 5% wózki 2-kołowe wraz z ładunkiem o masie 140 kg, a przy większej ilości kół w wózku – 180 kg. Gdy nachylenie zwiększa się powyżej 5%, masy wynoszą odpowiednio 100 kg i 140 kg. Zmieniły się wartości dla kobiet przy przemieszczaniu na wózku szynowym – 240 kg przy nachyleniu do 2% i 180 kg przy nachyleniu powyżej 2%. Zmienił się zapis dotyczący mas przy przewożeniu za pomocą taczki po gładkiej, równej nawierzchni. U kobiet do tej pory mowa była o pochyleniu o wartości progowej 2%, obecnie jest to tak jak było w przypadku mężczyzn – 5%. Do 5% wynosi 100 kg dla mężczyzn i 40 kg dla kobiet, a przy większym od

5% – 75 kg dla mężczyzn i 30 kg dla kobiet. Materiały ciekłe – gorące, żrące lub o właściwościach szkodliwych dla zdrowia, nie powinny być przenoszone przez jednego pracownika, gdy ich masa wraz z naczyniem i uchwytem przekracza 25 kg dla mężczyzn (nie uległo zmianie) i 10 kg dla kobiet (zapis został dodany).

Rozporządzeniem [18] rozdzielono prace i wartości dotyczące kobiet w ciąży i karmiących dziecko piersią. Rozróznilo jedno- i oburęczną obsługę elementów urządzeń, gdzie poprzednie wartości pozostawiono dla obsługi oburęcznej, a przy jednoręcznej wynoszą one 5 N przy pracy stałej i 12,5 N przy pracy dorywczej. Wartości te są połowami wartości dla kobiet karmiących. Kobiety w ciąży nie mogą przenosić ręcznie przedmiotów w górę przy pracy stałej, a dorywczo może to być masa do 1 kg. Dodano siły potrzebne do zapoczątkowania ruchu przy oburęcznym przemieszczaniu przedmiotów – 30 N przy pchaniu i 25 N przy ciągnięciu. Kobiety karmiące mogą używać sił dwukrotnie większych. Kobietom w ciąży zabronione jest ręczne przetaczanie i wtaczanie przedmiotów, udział w zespołowym przemieszczaniu przedmiotów (jak i kobietom karmiącym), przewożenie na taczce i wózku wielokołowym poruszonym ręcznie, prace w pozycji wymuszonej, stojącej łącznie ponad 3 godziny w ciągu zmiany roboczej (gdzie jednorazowo czas w tej pozycji nie może przekraczać 15 minut, po których powinna mieć miejsce 15-minutowa przerwa. Wydłużono czas pracy przy monitorach ekranowych do 8 godzin, gdzie po każdych 50 minutach musi następować przerwa minimum 10-minutowa. Kobiety karmiące dziecko piersią mogą podnosić i przenosić przedmioty do 6 kg przy pracy stałej i 10 kg przy pracy dorywczej. Możliwa jest dla nich nożna obsługa elementów urządzeń przy użyciu siły do 60 N przy pracy stałej i 100 N – przy dorywczej. Dodano zapis umożliwiający ręczne przenoszenie przedmiotów o masie do 6 kg na wysokość ponad 4 m lub na odległość ponad 25 m. Ręczne przenoszenie pod górę po nierównej powierzchni, której kąt nie przekracza 30° a wysokość 4 m, dozwolone jest dla mas do 6 kg. Przy większym kącie nachylenia wartości te wynoszą 4 kg przy pracy stałej i 6 kg przy pracy dorywczej. Możliwe jest ręczne przetaczanie i wtaczanie przedmiotów o okrągłych kształtach, po poziomym terenie o twardej i gładkiej nawierzchni, gdy masa nie przekracza 40 kg na jedną kobietę, albo na pochylnię – 10 kg na jedną kobietę. Zmieniono wartości mas ciężarów przy przewożeniu różnymi wózkami, zależnie od stopnia nachylenia. Przy nachyleniu do 5% wynoszą one 20 kg dla taczki, 70 kg dla wózka 2-kołowego i 90 kg dla wózka 3- i więcej kołowego. Gdy nachylenie jest większe od 5%, są to wartości odpowiednio 15 kg, 50 kg i 70 kg. W przypadku wózka szynowego, progowe nachylenie to 2%. Masa ładunku wraz z wózkiem nie może wtedy przekraczać 120 kg i 90 kg. Zabronione jest przewożenie ładunków na taczce lub wózku wielokołowym po terenie o nachyleniu większym niż 8% lub na dystans ponad 200 m. Przy wózku szynowym, teren nie może mieć pochylenia większego niż 4% a odległość być większa niż 400 m.

Zgodnie z [21] pracownikom wykonującym pracę w szczególnych warunkach lub o szczególnym charakterze przysługuje możliwość ubiegania się o emeryturę pomostową przed osiągnięciem wieku emerytalnego pod określonymi w ustawie warunkami. Malejąca wraz z wiekiem wydolność psychofizyczna pracownika powoduje coraz mniejsze predyspozycje do wykonywania prac związanych z szczególnymi warunkami determinowanymi siłami natury, procesami technologicznymi lub szczególnymi wymaganiami, którym nie mogą sprostać osoby starsze, a dostępne środki profilaktyki technicznej, organizacyjnej i medycznej nie ograniczają skutecznie zagrożenia, spowodowanego przez te prace dla zdrowia lub życia pracowników. W załączniku do ustawy znajduje się wykaz prac w szczególnych warunkach. W art. 3 ust. 2 ustawy [21] określono w związku z obciążeniem statycznym jako prace w szczególnych warunkach: „ciężkie prace fizyczne związane z bardzo dużym obciążeniem statycznym wynikającym z konieczności pracy w wymuszonej, niezmienniej pozycji ciała; przy czym ciężkie prace fizyczne to prace powodujące w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny u mężczyzn – powyżej 6.300 kJ, a u kobiet – powyżej 4.200 kJ, a prace w wymuszonej pozycji ciała to prace wymagające znacznego pochylecia i (lub) skręcenia pleców przy jednoczesnym wywieraniu siły powyżej 10 kG dla mężczyzn i 5 kG dla kobiet (wg metody OWAS pozycja kategorii 4) przez co najmniej 50% zmiany roboczej”.

Kolejnym ważnym aktem prawnym jest [15], które podaje m.in. częstotliwość badań okresowych w związku z pracą z określonymi czynnikami uciążliwymi i szkodliwymi. Rozporządzenie to podaje, że zarówno przy pracy w wymuszonej pozycji, jak i wymagającej ruchów monotypowych kończyn, badania powinny być wykonywane co 3–5 lat.

Dopuszczalne wartości i warunki pracy młodocianych określone są w Obwieszczeniu Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 sierpnia 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac [9].

Rozważając aplikacje komputerowe i aspekty prawne, trzeba zwracać uwagę na aktualność przepisów prawnych, z których program korzysta.

Zgodnie z powyższym, aplikacja powinna analizować i oceniać obciążenie pracą na podstawie dopuszczalnych wartości mas i sił użytych przez pracownika, określonych przez prawo. Powinna analizować obciążenie oraz możliwość pracy mężczyzny, kobiety, kobiety w ciąży, karmiącej dziecko piersią, młodocianych, wskazywać na czynności, w których prace nie są prawnie dopuszczalne. Powinna wskazywać na zaistnienie warunków uprawniających do ubiegania się o emeryturę pomostową oraz kwalifikujących pracownika do kierowania go co 3–5 lat na badania okresowe. Aplikacja powinna posiadać również możliwość automatycznej aktualizacji programu, aktualizacji poprzez pobranie aktual-

nej wersji oraz samodzielnego korygowania zmienionych parametrów.

## 4. Krótka charakterystyka wybranych aplikacji

### 4.1. Interaktywny system oceny ryzyka zawodowego IRYS

Jest to aplikacja on-line stworzona przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Służy do określania zagrożeń na stanowisku pracy, przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego. Obciążenie statyczne jest jednym z czynników oceny ryzyka zawodowego. Aplikacja opiera się na metodzie OWAS, chociaż jej twórcy nie nawiązują bezpośrednio do nazwy, nie podawane jest znaczenie oznaczeń możliwych do wyboru przy składowych ocenianej postawy.

Po zalogowaniu się do systemu należy wybrać „Uciążliwe” i „Obciążenie statyczne”. Pojawia się formularz (rys. 1) z polami do wypełnienia: czas ekspozycji, czas przerwy w pracy, dane do wykazu czynności wg chronometrażu – czas, obciążenie, wymuszona lub nie pozycja ciała, ocena położenia pleców, ramion i nóg według metody OWAS. Po wpisaniu danych należy kliknąć „Oceń”. Wyniki prezentowane są pod tabelą (rys. 1).

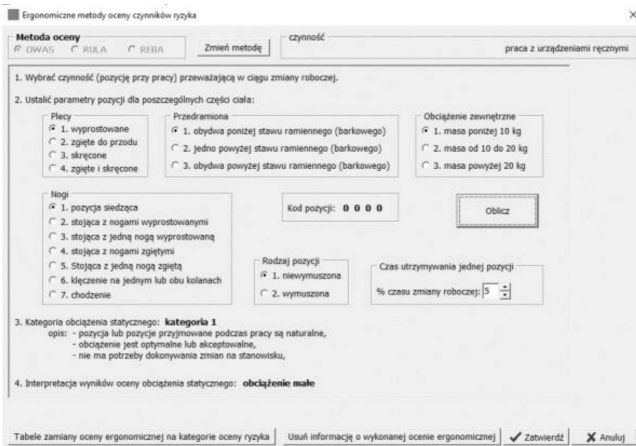
Czas ekspozycji [min]		Czas przerwy w pracy [min]					
480		30					
Wykaz czynności wg chronometrażu							
Lp.	Czas [s]	Obciążenie [kg]	Pozycja	Płecy	Ramiona	Nogi	Czas [%]
1	3600	5	wymuszona	2	1	5	31.2
2	7200	10	niewymuszona	1	1	1	62.5
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
<b>Oceń</b>							
<b>Ocena ryzyka</b>							
Mężczyźni		Kobiety i młodociani		Młodociane			
Duże		Duże		Duże			

Rys. 1. Formularz w aplikacji IRYS wraz z wynikiem oceny.  
Źródło: opracowanie własne.

### 4.2. Program firmy PENTA Soft

„Programy komputerowe dla BHP – Ocena ryzyka zawodowego” to stworzona przez PENTA Soft wielomodułowa aplikacja przeznaczony do wspomaganie działalności działu BHP (pomimo nazwy „programy” jest to właściwie jedna aplikacja z wieloma modułami). Dostępne są części odpowiedzialne za wypadki, ocenę ryzyka zawodowego, kartoteki pracowników, odzież i środki ochrony, analizy BHP. W programie do oceny ryzyka

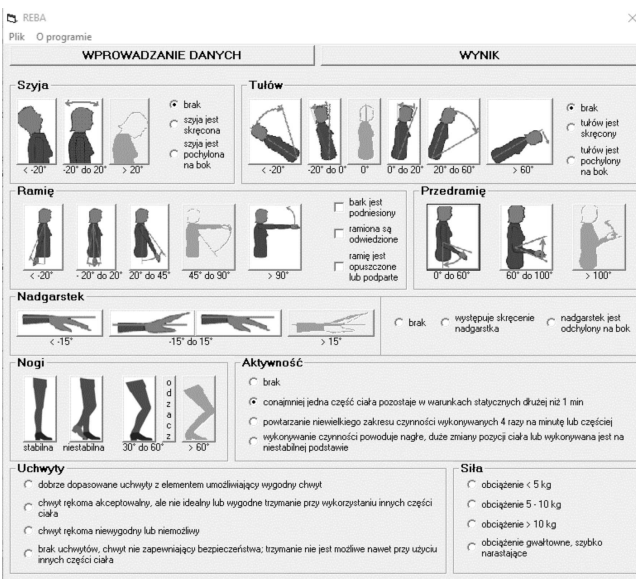
zawodowego należy wybrać „Miejsca pracy” i „Czynności, pozycja przy pracy” by przejść do oceny obciążeń statycznych. Następnie dokonuje się wyboru działu we wcześniej opisanej strukturze firmy, i pracownika. Klikamy „Oszacowanie metodami ergonomicznymi”, po czym możemy wybrać jedną z trzech metod: OWAS, RULA, REBA. Rysunek 2 przedstawia widok, jaki generuje program przy wyborze wybranej metody oceny.



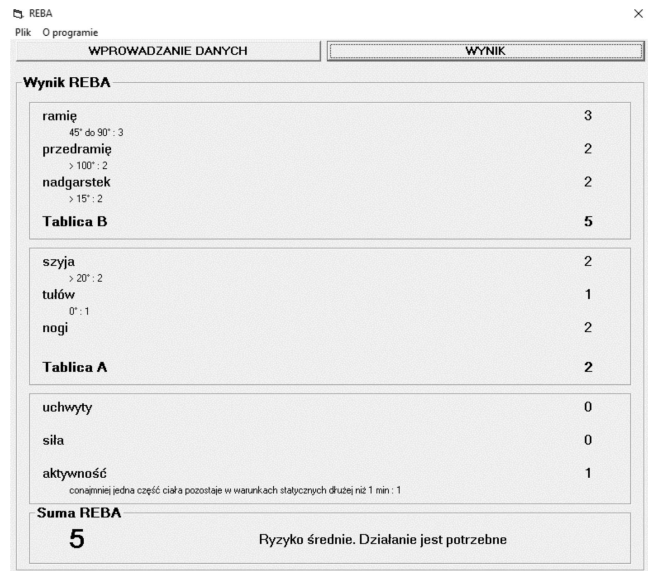
Rys. 2. Formularz w aplikacji BHP – Ocena ryzyka zawodowego wraz z wynikiem oceny. Źródło: opracowanie własne.

### 4.3. Aplikacja MORZ absolwentów Politechniki Łódzkiej

Aplikacja została opracowana przez obecnych absolwentów Politechniki Łódzkiej. Po starcie aplikacji pojawia się okno z wyborem pomiędzy 3 metodami: RULA, REBA, NIOSH. Po wyborze metody pojawia się okno arkusza (rys. 3), gdzie należy wpisać lub zaznaczyć pożądane dane. Po wykonaniu, aktywuje się przycisk „Wynik”, który należy wcisnąć, by uzyskać wynik oceny (rys. 4).



Rys. 3. Formularz w aplikacji MORZ. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Okno z wynikiem wybranej metody w aplikacji MORZ. Źródło: opracowanie własne.

## 5. Porównanie wyników oceny badanych aplikacji

Badaniom poddano 3 aplikacje komputerowe, oceniane według przyjętych kryteriów przez autorki artykułu. Ocena wynikowa była oceną wspólną, za każde pytanie możliwe było uzyskanie punktów z przedziału 0–1, jak i 0–5, gdzie wyższa nota jest zawsze korzystniejszą, oznaczającą występowanie badanej cechy, bądź szerszego spektrum możliwości. Ocena „0” oznacza brak jakiegokolwiek możliwości lub węższy zakres wyboru/możliwości cechy. Przy każdym kryterium przedstawiona została możliwa skala ocen. Wyniki przedstawiono w postaci macierzy w tabeli 3.

W pierwszym pytaniu oceniano możliwość wyboru stosowanej metody, w drugim zaś o ich ilości. W dwóch z trzech programów można zdecydować między trzema metodami: w programie PENTA Softu są to REBA, RULA i OWAS, w programie MORZ to REBA, RULA i NIOSH. W aplikacji IRYS jest to metoda OWAS, której nazwa nie jest podana wprost. Żaden program nie opisuje przeznaczenia metody przed jej wyborem, natomiast w IRYS brak również legendy dotyczącej wartości, które są wybierane przez użytkownika podczas oceny.

W kolejnym punkcie oceniano możliwość wprowadzenia danych ogólnych dotyczących analizowanego stanowiska, niezależnie od wybranej metody. Żadnych danych nie można wprowadzić w aplikacji MORZ. Aplikacja CIOPu umożliwia podanie długości zmiany roboczej i łącznego czasu przerw. Program BHP – Ocena ryzyka zawodowego umożliwia podanie daty badania, nazwy stanowiska pracy i jego lokalizacji w zakładzie, wykazu maszyn, urządzeń i narzędzi używanych na stanowisku. Charakterystyka pracowników jest niepełna i trochę utrudniona. Nie można podać ich wieku, a zmiany osobowe (płeć, liczba osób) wymagają użycia innego modułu do zarządzania danymi pracownikami. Program

Tabela 3  
Wyniki przeprowadzonej oceny wybranych aplikacji komputerowych.

Kryterium oceny	Możliwa skala	IRYS	PENTA Soft	Absolwenci PŁ P. Płużka, Ł. Firaza
Możliwy jest wybór metody	0 – nie, 1 – tak	0	1	1
Ilość oferowanych metod	1 metoda – 1, 2 metody – 2, 3 metody – 3, 4 metody – 4, >=5 metod – 5	1	3	3
Opisane jest przeznaczenie metod/y przed ich/jej wyborem	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
Załączona jest legenda/opis stosowania metody	0 – nie, 1 – tak	0	1	1
Możliwe jest wprowadzenie danych (niezależnie od wybranej metody): 1. data badania; 2. nazwa stanowiska pracy; 3. lokalizacja stanowiska; 4. krótka charakterystyka pracowników; 5. wykaz maszyn, urządzeń, narzędzi używanych na stanowisku.	po 1 za każdy pełen punkt	0	4	0
Możliwe wprowadzenie charakterystyki czasu pracy (niezależnie od wybranej metody), m.in.: 1. długość zmiany roboczej; 2. liczba przerw; 3. czas przerw; 4. zmienowość; 5. liczba nadgodzin;	po 1 za każdy punkt	2	1	0
Możliwe jest wprowadzenie zakresu obowiązków z podziałem na wykonywane czynności (niezależnie od wybranej metody).	0 – nie, 1 – tak	0,5	1	0
Możliwe dodanie danych do wykonywanych czynności (niezależnie od wybranej metody), m.in.: 1. czas ich trwania; 2. częstotliwość powtórzeń; 3. rozróżnienie na prace stałe i dorywcze; 4. wybór pozycji stojącej/siedzącej/chód/zmienna; 5. pozycja ciała wymuszona (pozycja pochylona wraz z kątem pochylecia, skrecona wraz z kątem skreconia, kuczna, klęcząca, w przysiadzie, wspięcie na palcach, inna nienaturalna)/swobodna; 6. utrzymywanie ciężaru ręką/dwiema/ z udziałem mięśni tułowia i nóg; 7. masy ładunków; 8. masy ładunków wraz z masą wózka; 9. wybór czynności, podczas których występuje pchanie i/lub ciągnięcie, przetaczanie; 10. wybór czynności, podczas których wykorzystywane są wózki 1-, 2-, 3- i więcej kołowe lub wózki szynowe; 11. odległości na jakie są przenoszone/przemieszczane ładunki; 12. wybór czynności, podczas których ładunki przenoszone są pod górę wraz z wysokość na jaką są przenoszone; 13. określenie prac zespołowych; 14. odległość przenoszonego ładunku od tułowia; 15. kąt nachylenia terenu/pochylni/schodów na drodze przy przenoszeniu/przemieszczaniu; 16. rodzaj nawierzchni przy przenoszeniu/przemieszczaniu; 17. wielkość siły użytej przez pracownika do zapoczątkowania ruchu przedmiotu/elementu urządzenia; 18. wybór czynności, podczas których występuje podnoszenie ładunku ponad obręcz barkową; 19. wybór czynności, podczas których elementy urządzeń poruszane są jedno- lub oburęcznie, nożnie i z jaką siłą.	0 – brak możliwości, 1 – od 1 do 4 różnych pkt, 2 – od 5 do 8 różnych pkt, 3 – od 9 do 12 różnych pkt, 4 – od 13 do 16 różnych pkt, 5 – od 17 do 19 różnych pkt.	1	1	0



Tabela 3  
[ciąg dalszy]

Kryterium oceny	Możliwa skala	IRYS	PENTA Soft	Absolwenci PŁ P. Płużka, Ł. Firaza
Przeprowadzana jest klasyfikacja obciążenia statycznego: 1. na podstawie analizy pozycji ciała wg Kirschnera; 2. związanego z ręcznym podnoszeniem i przenoszeniem ciężarów wg Kocka; 3. na podstawie obu ww. metod.	0 – nie jest możliwe; 2,5 – na podstawie 1 metody, 5 – na podstawie 2	0	0	0
W analizach uwzględniane są możliwości osób 50+	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
W analizach uwzględniane są ustalania uprawnień do emerytur pomostowych	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
W analizach uwzględniana jest konieczność kierowania pracowników co 3–5 lat na badania okresowe	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
Analizowane są obciążenia i dopuszczalne prace na podstawie dopuszczalnych wartości mas i użytych sił, z rozróżnieniem na mężczyzn, kobiety, kobiety w ciąży i karmiące dziecko piersią, młodocianych	0 – brak analiz, 1 – dla 1 grupy, 2 – dla 2 grup, 3 – dla 3 grup, 4 – dla 4 grup, 5 – dla 5 grup	0	0	0
Zapis umożliwia samodzielną klasyfikację obciążenia statycznego: 1. na podstawie analizy pozycji ciała wg Kirschnera; 2. związanego z ręcznym podnoszeniem i przenoszeniem ciężarów wg Kocka; 3. na podstawie obu ww. metod.	0 – nie jest możliwe; 2,5 – na podstawie jednej metody, 5 – na podstawie obu	2,5	0	0
Zapis umożliwia samodzielne wskazanie przerw wraz z czasem trwania	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
Zapis umożliwia samodzielne uwzględnianie w analizach możliwości osób 50+	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
Zapis umożliwia samodzielne uwzględnianie ustalania uprawnień do emerytur pomostowych	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
Zapis umożliwia samodzielne uwzględnianie konieczności kierowania pracowników co 3–5 lat na badania okresowe	0 – nie, 1 – tak	0,5	0,5	0,5
Zapis umożliwia samodzielne analizowanie obciążeń i dopuszczalnych prac na podstawie dopuszczalnych wartości mas i użytych sił, z rozróżnieniem na mężczyzn, kobiety, kobiety w ciąży i karmiące dziecko piersią, młodocianych	0 – brak analiz, 1 – dla 1 grupy, 2 – dla 2 grup, 3 – dla 3 grup, 4 – dla 4 grup, 5 – dla 5 grup	0	0	0
Aplikacja umożliwia samodzielne uaktualnianie wytycznych dotyczących przepisów prawnych lub twórcą programu udostępnia aktualizacje	0 – nie, 1 – tak	0	0	0
Aplikacja umożliwia samodzielne uaktualnianie dopuszczalnych prawnie wartości	0 – nie, 1 – tak	0	0	0

ten umożliwia również określenie zmienności, zakresu obowiązków z podziałem na wykonywane czynności. W IRYSie ten podział występuje od razu na czynności, bez możliwości nazwania ich. Porównując możliwości dodania danych uzupełniających do wcześniej podzielonych czynności, niezależnie od wybranej metody, w związku z brakiem podziału w programie absolwentów PŁ jest to niewykonalne. Program PENTA Softu daje taką możliwość, jednak dotyczy ona tylko wyboru pozycji (stojąca, siedząca, chód, przemienne) oraz czy jest ona wymuszona. W IRYSie wprowadzanie danych następuje od razu do arkusza stosowanej metody. Można podać niewiele więcej informacji – czas trwania poszczególnych czynności, czy pozycja ciała jest wymuszona, jaka jest masa przenoszonego ładunku.

Następne pytania dotyczyły analiz – zarówno dokonywanych przez program, jak i możliwości dokonania

samodzielnych na podstawie przedstawionych zapisów – pod względem fizjologicznym i prawnym oraz uwzględnienie możliwości osób 50+. Badane aplikacje nie dają takich możliwości, choć pewnym wyjątkiem jest tutaj IRYS, gdzie użytkownik może samodzielnie dokonać klasyfikacji obciążenia statycznego związanego z ręcznym podnoszeniem i przenoszeniem ciężarów wg Kocka. W aplikacji tej na podstawie metody OWAS oceniane jest obciążenie oddzielnie dla mężczyzn, kobiet i młodocianych mężczyzn, młodocianych kobiet. Przy tej samej metodzie w programie PENTA Softu nie ma podziału otrzymanego wyniku. Każda z aplikacji daje częściową możliwość samodzielnego ustalenia, czy pracownik musi być kierowany na badania okresowe co 3–5 lat. Istnieje możliwość stwierdzenia na podstawie zapisów, czy występuje pozycja wymuszona, nie da się jednak określić, czy praca wymagająca ruchów monotypowych kończy.

Badano również możliwości aktualizacji (samodzielnej lub automatycznej) wersji programu do obowiązujących przepisów prawnych, wprowadzenie zmienionych wartości przez samego użytkownika. Słabą stroną ocenianych programów jest brak możliwości aktualizowania i przywoływania regulacji prawnych. W związku z tym użytkownik może nie zdawać sobie sprawy, że stanowisko pracy może być zorganizowane niezgodnie z prawem. Na zwrócenie uwagi zasługuje jednak fakt, iż twórcy aplikacji BHP – Ocena ryzyka zawodowego przewidzieli automatyczną aktualizację zakupionych modułów.

## 6. Podsumowanie

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę polskojęzycznych aplikacji komputerowych, służących do oceny obciążenia pracownika pracą fizyczną (ze szczególnym uwzględnieniem obciążenia statycznego) w kontekście ich przydatności do projektowania i analizowania organizacji stanowisk pracy. Sformułowane pytania badawcze określiły obszary, z których wyznaczono kryteria oceny. Wyszukano i wytypowano 3 aplikacje jako materiał badawczy. Za pomocą matrycy pytań, przy przyjętej punktacji, oceniono wybrane aplikacje pod względem oferowanych możliwości wprowadzania niezbędnych danych, ich spektrum możliwości pod względem wymagań prawnych i fizjologicznych oraz wyboru metody oceny ryzyka obciążeniem fizycznym.

Wyniki badań pokazują wyraźny niedostatek dostępnych polskojęzycznych narzędzi komputerowo wspomagających przeprowadzanie ocen ryzyka metodami takimi jak REBA, RULA, LMM (KIM), MAC, NIOSH, OWAS, OCRA, JSI. Najczęściej używane są arkusze, instrukcje przeprowadzania ocen, które należy wypełnić bez jakiegokolwiek interakcyjności ze strony narzędzia, jak np. instrukcja przeprowadzania oceny metodami MAC i KIM dostępna na stronie Państwowej Inspekcji Pracy [3]. Warto zauważyć, że istnieją zarówno angielsko-, jak i niemieckojęzyczne arkusze do przeprowadzania oceny np. metodą KIM (LMM). Z drugiej strony, badano programy dość proste w obsłudze. Autorki artykułu nie spotkały się z polskojęzycznym programem wykorzystującym technikę modelowania 3D lub wspomagającym się zarejestrowanym materiałem filmowym do oceny obciążenia fizycznego. Narzędzia takie są dość zaawansowane. Dla potencjalnego użytkownika wystarczające byłyby prostsze w obsłudze i opracowaniu aplikacje bazujące na innych metodach, niż tylko najpopularniejsze, jak np. REBA, RULA, OWAS. Istotną kwestią jest również przeznaczenie, do jakiego typu wysiłku i oceny partii ciała dedykowane są te metody. Niektóre z nich zawierają się w europejskich normach (np. NIOSH – PN-EN 1005-2 [12], OCRA – PN-EN 1005-5 [11]), więc tym bardziej brakuje narzędzi przyspieszających ich użycie.

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że żadna z przedstawionych aplikacji nie spełnia więk-

szości z przyjętych kryteriów. Są one głównie prostymi kalkulatorami, pomocnymi dla osoby, która wie, której metody szuka. Gdy nie wie jaką powinna wybrać lub czy dokonała już właściwego wyboru, zmuszona jest do dotarcia do informacji na temat dostępnych metod, łącznie ze zdobyciem wiedzy, jakie metody w ogóle istnieją. Jest to zajęcie czasochłonne, pracochłonne, a dla pracodawcy/pracownika nie będącego specjalistą ergonomistą – często trudne. Narzędzia te generują błędy, których źródłami są także same metody, najczęściej niezauważalne dla nieergonomistów.

Autorki widzą wyraźny brak na polskim rynku aplikacji, która nie będzie wymagać obsługi w języku angielskim, a która jest uniwersalna i łatwa w obsłudze aplikacją oferującą możliwość zastosowania szerokiej gamy metod. Taka aplikacja powinna być dedykowana pracownikom służby bezpieczeństwa i higieny pracy oraz pracodawcom samodzielnie dokonującym oceny obciążenia fizycznego w przedsiębiorstwach z sektora MSP. W Polsce małe przedsiębiorstwa stanowią 3% wszystkich przedsiębiorstw, 96% to mikroprzedsiębiorstwa, 15,6 tysięcy (0,8%) to przedsiębiorstwa średnie, a najmniej (0,2%) jest przedsiębiorstw dużych [14]. W tej ostatniej grupie stosowane są najczęściej własne narzędzia, metody opracowane przez korporacje. Przykładem jest np. Volkswagen stosujący opracowany przez siebie program APergo oparty na metodzie EAWS, opracowanej przez Technische Universität w Darmstadt [1, 19]. W przypadku polskich firm z sektora MSP, oceny dokonuje często sam pracodawca lub ergonomista, nie mający możliwości stosować wysoko zaawansowanych narzędzi. Osoba taka niekoniecznie musi posługiwać się językiem angielskim, który jest konieczny do obsługi aplikacji oferujących większe możliwości w zakresie oceny ryzyka. Dokonywanie analiz, zgodnie z przedstawionymi wytycznymi fizjologicznymi i wymaganiami prawnymi, jest wysoce wskazane. Wartości progowe, związane zwłaszcza z wymogami prawnymi, powinny być aktualizowane automatycznie lub na życzenie użytkownika, gdyż nie zawsze jest on zaznajomiony z aktualnymi regulacjami prawnymi. Jeśli nie jest to możliwe, powinna istnieć możliwość samodzielnej zmiany tych wartości. Analizy powinny uwzględniać różne grupy pracownicze, jak mężczyźni, kobiety, kobiety w ciąży lub karmiące dziecko piersią, młodocianych. Z uwagi na zmiany fizjologiczne zachodzące z wiekiem oraz wywołane ciężką pracą fizyczną, a także zmieniającą się strukturę demograficzną w naszym społeczeństwie, szczególną uwagę powinno zwracać się na możliwość analizowania stopnia obciążenia pod kątem pracowników w wieku 50+. Jeśli dokonywanie takich analiz nie zachodzi w sposób automatyczny przez aplikację, powinna istnieć możliwość takiego przedstawiania danych, by użytkownik mógł je wykonać samodzielnie w sposób szybki i prosty (poprzez porównanie uzyskanych wyników, bez zbędnych obliczeń).

## Literatura

- [1] Bullinger-Hoffmann A.C., Mühlstedt J., red. nauk., *Homo Sapiens Digitalis – Virtuelle Ergonomie und digitale Menschmodelle*, Springer Vieweg, 2016.
- [2] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (2005), Interaktywny system oceny ryzyka zawodowego IRYS, [https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=P11000393471342264060084](https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P11000393471342264060084) [01.09.2017].
- [3] Głównyńska-Woelke K., *Ryzyko związane z ręcznymi pracami transportowymi. Przewodnik po wybranych metodach oceny ryzyka: MAC i KIM*, Inspektor Pracy, nr 1, Warszawa, Dec-2008.
- [4] Górka E., red. nauk., *Współczesne i przyszłe wyzwania ergonomii*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza PW, 2011.
- [5] Kirschner H., *Koszt fizjologiczny i energetyczny pracy fizycznej statycznej – pojęcia, metody oceny, optymalizacja obciążeń*, 1999 [online], <http://nop.ciop.pl/> [10.05.2017].
- [6] Krause M., Profaska M., *Aktualne wytyczne oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą fizyczną*, Syst. Support. Prod. Eng., 2(2), 101–111, 2012.
- [7] Makowiec-Dąbrowska T., *Zasady oceny obciążenia fizycznego podczas pracy zawodowej*, Zesz. Metod. IMP Łódź, 22, 15–54, 1988.
- [8] Makowiec-Dąbrowska T., Radwan-Włodarczyk Z., Koszarda-Włodarczyk W., Józwiak Z., *Koszt energetyczny pracy: wytyczne dotyczące określania*, Łódź, Oficyna Wydawnicza IMP, 1999.
- [9] Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 sierpnia 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudnienia przy niektórych z tych prac, Dz. U. z 2016 r. poz. 1509.
- [10] PENTA Soft, (2017), BHP – Ocena Ryzyka Zawodowego, <http://www.pentasoftware.com.pl/ocena.html> [20.05.2018].
- [11] PN-EN (2007), PN-EN 1005-5:2007, Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 5: Ocena ryzyka dotycząca czynności wykonywanych z dużą częstotliwością powtórzeń.
- [12] PN-EN (2010), PN-EN 1005-2+A1:2010, Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 2: Ręczne przemieszczanie maszyn i ich części.
- [13] Polak-Sopińska A., *Analiza i ocena możliwości wykorzystania metod REBA i RULA w praktycznej ocenie stanowisk pracy – wady i ograniczenia metod*, [w:] Obciążenie układu ruchu. Przyczyny i skutki, Paluch R., Jach K., Kuliński M., Michalski R. [red. nauk.], Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008.
- [14] Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce (2017), [https://www.parp.gov.pl/images/PARP\\_publications/pdf/raport%20o%20stanie%20sektora%20msp%20w%20polsce\\_2017.pdf](https://www.parp.gov.pl/images/PARP_publications/pdf/raport%20o%20stanie%20sektora%20msp%20w%20polsce_2017.pdf) [8.06.2018].
- [15] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzenia badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy, Dz. U. z 1996 r. nr 69, poz. 332 z późn. zm.
- [16] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz. U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 z późn. zm.
- [17] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 14.03.2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych oraz innych pracach związanych z wysiłkiem fizycznym, Dz. U. nr 26, poz. 313 ze zmianami nr 82, poz. 930; nr 56, poz. 462; nr 0, poz. 854.
- [18] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3.04.2017 r. w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią, Dz. U. z 2017 r. poz. 796.
- [19] Spitzhirm M., *Erhebung von Nutzeranforderungen an eine digitalisierte EAWS-Auswertung mittels Online-Umfrage*, [w:] Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft, pp. 1–6, 2017.
- [20] Ustawa z dnia 26.06.1974 r. Kodeks pracy, Dz. U. z 1974 r. nr 24, poz. 141.
- [21] Ustawa z dnia 19.12.2008 r. o emeryturach pomostowych, Dz. U. z 2017 r. poz. 664 z p. zm.