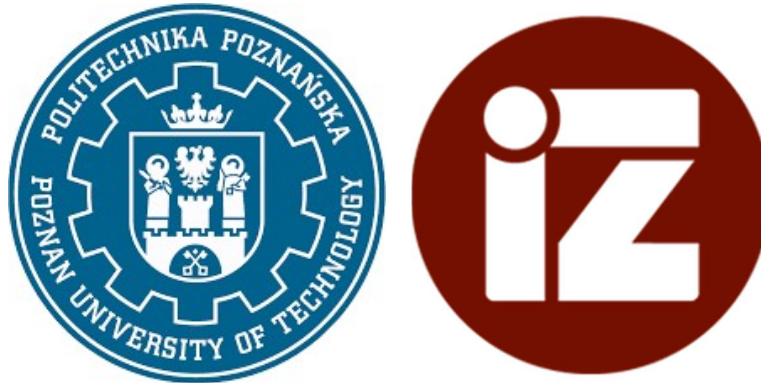


POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA



Rozprawa doktorska

**Metoda doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt
drewnopochodnych**

Autor

mgr inż. Fryderyk Wachowiak

Promotor

dr hab. inż. Marcin Butlewski, prof. PP.

Promotor pomocniczy

dr inż. Marcin Nowak

Poznań, 2022

*Serdeczne podziękowania składam
Panu dr hab. inż. Marcinowi Butlewskiemu, prof. PP
oraz Panu dr inż. Marcinowi Nowakowi
za pomoc, serdeczność i otwartość
okazaną przy pisaniu niniejszej rozprawy
oraz żonie Annie, za wyrozumiałość i wsparcie.*

Spis treści

| | |
|--|-----|
| STRESZCZENIE | 5 |
| SUMMARY | 6 |
| WPROWADZENIE | 7 |
| ROZDZIAŁ 1. PROBLEMATYKA WIZUALNEJ KONTROLI JAKOŚCI..... | 24 |
| 1.1. Istota wizualnej kontroli jakości | 24 |
| 1.2. Charakterystyka wybranych aspektów jakości płyt drewnopochodnych | 28 |
| 1.3. Determinanty organizacji wizualnej kontroli jakości w przedsiębiorstwie | 37 |
| 1.3.1. Czynniki decyzyjne w organizacji kontroli jakości | 37 |
| 1.3.2. Automatyzacja w obszarze kontroli jakości wizualnej..... | 39 |
| 1.3.3. Determinanty kontroli jakości realizowanej przez człowieka..... | 43 |
| 1.4. Modele decyzyjne w wyborze sposobu realizacji kontroli | 46 |
| 1.5. Zagadnienie doboru pracowników do procesu wizualnej kontroli jakości | 49 |
| 1.5.1. Charakterystyka zawodu kontrolerów jakości..... | 52 |
| 1.5.2. Pożądane cechy kontrolerów jakości..... | 55 |
| 1.6. Trudność i istotność wzrokowej kontroli jakości..... | 58 |
| 1.7. System wzrokowej kontroli jakości | 63 |
| 1.7.1. Ogólna charakterystyka środowiska i stanowiska pracy w wizualnej kontroli jakości..... | 63 |
| 1.7.2. Charakterystyka wybranych ergonomicznych aspektów wzrokowej kontroli jakości..... | 76 |
| ROZDZIAŁ 2. CHARAKTERYSTYKA WYKORZYSTANYCH METOD BADAWCZYCH | 90 |
| 2.1. Metody badań ankietowych..... | 91 |
| 2.2. Metoda Thurstona..... | 93 |
| 2.3. Metoda TOPSIS | 100 |
| 2.4. Listy kontrolne | 102 |
| ROZDZIAŁ 3. BADANIA WŁASNE | 103 |
| 3.1. Przeprowadzone badania wstępne i symulacje w organizacji wzrokowej kontroli jakości | 103 |
| 3.2. Badania ankietowe dotyczące cech kontrolera jakości..... | 105 |
| 3.2.1. Dobór próby do badania | 105 |
| 3.2.2. Budowa kwestionariusza ankiety | 107 |
| 3.2.3. Charakterystyka badanych..... | 107 |
| 3.2.4. Klasyfikacja ważności cech kontrolerów jakości..... | 109 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.5. Ocena ważności czynników wpływających na proces wzrokowej kontroli jakości | 112 |
| 3.3. Ocena cech pożądaných u pracowników wzrokowej kontroli jakości | 118 |
| 3.4. Lista kontrolna oceny stanowiska wzrokowej kontroli jakości w branży drewnopochodnej | 121 |
| 3.5. Lista kontrolna do oceny istotności i trudności wzrokowej kontroli jakości..... | 125 |
| 3.6. System wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych | 126 |
| ROZDZIAŁ 4. METODA DOBORU PRACOWNIKÓW W SYSTEMIE WZROKOWEJ KONTROLI JAKOŚCI PŁYT DREWNOPOCHODNYCH | 127 |
| 4.1. Opis metody..... | 127 |
| 4.2. Nowatorstwo metody na tle alternatywnych sposobów rozwiązania problemu | 133 |
| PODSUMOWANIE | 135 |
| LITERATURA | 141 |
| SPIS NORM | 160 |
| SPIS RYSUNKÓW | 163 |
| SPIS TABEL | 163 |
| ZAŁĄCZNIKI | 165 |

STRESZCZENIE

W rozprawie przedstawiono koncepcję metody doboru pracowników wzrokowej kontroli jakości (WKJ), z uwzględnieniem istotności i trudności procesu oraz warunków pracy, a także specyfiki branży wyrobów drewnopochodnych. Przeprowadzone w ramach dysertacji badania literaturowe pozwoliły na wskazanie kluczowych cech idealnego kontrolera jakości, w następstwie czego, w ramach badań własnych, określono ważność poszczególnych cech oraz ocenę stopnia, w jakim kontrolerzy z wybranego zakładu produkcji płyt drewnopochodnych spełniają wymagane cechy idealnego kontrolera. Wskazano czynniki wpływające na proces wzrokowej kontroli jakości oraz aspekty związane z trudnością i istotnością procesu, uwarunkowane cechami przedmiotu kontroli wzrokowej i jego atrybutami. Dzięki przeprowadzonym analizom z wykorzystaniem metody Thurstona dla wyników badań ankietowych, uzyskano sklasyfikowane pod względem ważności pożądane, zidentyfikowane cechy kontrolera oraz sklasyfikowane pod względem ważności czynniki, kluczowe dla prawidłowego przeprowadzania procesu WKJ. Zastosowanie metody TOPSIS dla danych pozyskanych z oceny kontrolerów według zaproponowanego przez autora formularza, pozwoliło opracować metodę w zakresie klasyfikacji pracowników wzrokowej kontroli jakości, ze względu na ich zbliżenie do ideału – pod względem posiadania pożądanych, wskazanych, sklasyfikowanych cech. Dobór odpowiedniego kontrolera do zadań związanych z pracą w obszarze WKJ warunkowany jest trudnością i istotnością procesu. Badania literaturowe pozwoliły na uporządkowanie wiedzy na temat czynników określających trudność i istotność WKJ. W celu przeprowadzenia oceny według wskazanych czynników zaproponowano listę kontrolną. Zastosowanie listy pozwoliło uzyskać odpowiedź na pytanie, czy dany proces WKJ jest istotny i trudny. Ostatnim etapem badań była analiza otoczenia – warunków pracy, w jakich proces WKJ jest przeprowadzany. Także w tym etapie, badania literaturowe dostarczyły wiedzy na temat czynników wpływających na prawidłowe przeprowadzenie procesu WKJ. W celu dokonania oceny danego stanowiska, zaproponowano w rozprawie listę kontrolną oraz wskazano ważność poszczególnych cech, co usprawni proces wprowadzania działań korygujących, jeśli takowe będą konieczne.

Całość przeprowadzonych analiz i narzędzi składa się na metodę doboru pracowników wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych, w systemie wzrokowej kontroli jakości, na który składa się człowiek, obiekt techniczny i otoczenie wraz z wzajemnymi oddziaływaniami.

Słowa kluczowe: dobór pracowników, system wzrokowej kontroli jakości.

SUMMARY

The dissertation presents the concept of a model for selecting employees for visual quality control (VQC), taking into account the relevance and difficulty of the process, set in the reality of a system, taking into account the specificity of the wood-based products industry. The literature research carried out within the dissertation allowed to identify the key features of an ideal quality controller, to indicate the factors affecting the process of visual quality control, as well as aspects related to the difficulty and relevance of the process, conditioned by the characteristics of the object of visual inspection and its attributes. Thanks to the analyses carried out using Thurston's method for the results of the questionnaire surveys, it was obtained classified in terms of importance, desirable attributes and classified in terms of importance factors, crucial for the correct execution of the VQC process. The application of the TOPSIS method for the data obtained from the assessment of inspectors according to the form proposed in the paper, allowed confirming the method in terms of the classification of visual quality control workers, due to their approximation to the ideal - in terms of having the desired, indicated, classified qualities. The selection of an appropriate inspector for the tasks associated with work in the area of VQC is conditioned by the difficulty and significance of the process. The literature research provided knowledge about the factors conditioning the difficulty and relevance of VQC. In order to evaluate according to the indicated factors, a checklist was proposed. The application of the list will provide an answer to the question of whether a given VQC process is relevant and difficult. The last stage of the research was the analysis of the environment, the working conditions in which the VQC process is carried out. Also in this stage, the literature survey provided information on the factors that characterize the correct execution of the VQC process. In order to evaluate a given position, a checklist was

proposed in the dissertation and the importance of individual characteristics was indicated, which will facilitate the process of introducing corrective actions, if necessary.

The analyses and tools elaborated in the thesis form a method for selecting employees for VQC in the wood-based industries, in the system, which consists of a human being, a technical object and the environment together with the interactions between them.

Key words: employee selection, visual quality control system.

WPROWADZENIE

We współczesnej gospodarce, w warunkach globalnej konkurencji i ogólnoświatowego kryzysu, rośnie rola jakości produktów. Globalizacja i silna konkurencja to trendy obserwowane na całym świecie. Nieprzewidywalność i turbulencja stały się immamentnymi cechami otoczenia, z których wyłaniają się szanse – okazje jak i ryzyka – zagrożenia (Włodarkiewicz-Klimek, 2018). Rośnie zapotrzebowanie na narzędzia i działania zmniejszające koszty produkcji, a zarazem firmy bardzo ostrożnie decydują się na inwestycje. Przedsiębiorstwa dążą do stosowania odpowiednich metod zarządzania procesami, w postaci modeli wspomagających podejmowanie decyzji. Decyzje te przekładają się na funkcjonowanie przedsiębiorstwa, ale także wpływają na finalną jakość wyrobów, która de facto stała się już standardem sama w sobie. Firmy nie mogą pozwolić sobie na utratę wizerunku, poprzez dostarczanie do klientów wyrobów niezgodnych z jego oczekiwaniami. Z pomocą w uzyskaniu najlepszych wyników procesowych, przychodzi postępujący rozwój techniczny. Związany jest on w dużej mierze z automatyzacją procesów (Gollinger-Tarajko 2017), systemami zarządzania przedsiębiorstwem i ogólnym rozwojem techniki. Wraz z postępem technologicznym, coraz większa liczba operacji w produkcji jest wykonywana przez maszyny. Niemniej jednak, jak zauważa wielu autorów, mimo rosnącego znaczenia rozwoju inicjatyw Przemysłu 4.0 (Bendkowski, 2017; Basl, 2017; Yazdi et al., 2020), a więc w dużej mierze automatyzacji procesów produkcyjnych (Stojanovic et al., 2001; Giesko, Mazurkiewicz, Abrowski, Czajka, 2011; Sgarbossa, Grosse, Neumann, Battini, Glock, 2020), nadal dużą rolę w procesach wytwarzania pełnią ludzie. Szczególną ich rolę wskazać można w obszarze kontroli jakości (Hamrol-Kowalik, 2006; Jurkovic, 2009; Bombiak, 2014; Kujawińska, Vogt, 2015; Bożek,

Kujawińska, Hamrol, Diering, Rogalewicz, 2017; Gruszka, Tytyk, 2018; Ulewicz et al., 2018; Urbonas, 2019; Śmietańska, Podziewski, 2019; Bae, Han, 2021).

W literaturze przedmiotu kreowane są trzy wizje rozwoju obszaru kontroli jakości. Pierwsza z nich stawia tezę, iż to człowiek będzie kontrolował wyroby, dopóki systemy zautomatyzowane nie osiągną pełnej skuteczności (Bendkowski, 2017; Drury, 2018). Druga z nich wskazuje na kooperację człowieka z maszyną, w układzie hybrydowym (Khasawneh, 2003; Haight i Caringi, 2007; Urbonas, 2019). Maszyna stanie się oczami kontrolera, wykonując pracę detekcyjną szybciej i dokładniej. Człowiek natomiast pozostanie decydem, kwalifikującym wyrób jako dobry lub zły. Trzecia wizja mówi o pełnym zastąpieniu człowieka przez sztuczną inteligencję, która oprócz umiejętności wykrycia wady czy błędu w wyrobie, będzie także potrafiła podjąć samodzielnie decyzję kwalifikacyjną (Crandall, 2013; Bendkowski, 2017; See, 2017; Drury, 2018).

Opracowania naukowe wskazują na kilka przesłanek, które muszą być spełnione, aby doszło do pełnego zastąpienia człowieka w procesie kontroli jakości. Pierwszą z nich jest niezawodność systemu zautomatyzowanego, dzięki któremu możliwe jest pełne zaufanie człowieka do wyników pracy automatu (Haight, Kecojevic, 2005; See, 2017; Urbonas, 2019; Crandall, 2021). Drugą przesłanką, jest zdolność systemu do podejmowania decyzji, a nie tylko do detekcji wad, czy zakłóceń w wyrobach. Zasada ta definiowana jest przez dużą elastyczność i dostosowywanie się systemu do zmian w wyrobie czy procesie wytwarzania (odporność na zakłócenia) definiuje tę zasadę (Haight, Caringi, 2007; See, 2017). Trzecią przesłanką jest aspekt ekonomiczny – a więc finansowa opłacalność zamiany człowieka na szeroko rozumianą automatyzację (Mishev, 2006; Kampa, 2014; Michałowski, Jarzynowski, Pacek, 2018).

Istnieje wiele publikacji, opisujących rodzaje zautomatyzowanych rozwiązań, mających zastosowanie w kontroli jakości, także w obszarze wizualnej oceny wyrobów, w tym w branży wyrobów drewnopochodnych (Kiran et al., 2017; Diez, Schmidt et al., 2019; Baranova, Vasylenko, 2019; Sioma, 2019). Istnieją także liczne opracowania ukierunkowane na aspekty związane z pracą człowieka w obszarze wizualnej kontroli jakości (Khasawneh, 2003; See, Drury, 2017), ergonomii stanowiska pracy (Yeow, 2004; See, 2017; Drury, 2018; Sgarbossa et al., 2020), czy opisujących sam proces kontroli, jego umiejscowienie i znaczenie w procesach wytwarzania (Sioma, 2008; Kim, Lin, Tseng, 2018). Istnieją także publikacje wskazujące na pożądane cechy kontrolera jakości (Kujawinska, Vogt, 2015; Drury, 2018; Simion, 2018; Kolus, Wells, Neumann, 2018). Niemniej jednak nadal tematyka wizualnej kontroli jakości, zdaniem

autora, jest niewyczerpana, szczególnie w obszarze modeli decyzyjnych, wspomagających zarządzanie procesem wzrokowej kontroli jakości, w zakresie doboru pracowników w systemie WKJ płyt drewnopochodnych.

Współcześnie, w XXI wieku, wizualna kontrola jakości (prowadzona przez człowieka lub systemy zautomatyzowane) była, jest i będzie stosowana. Zmieniają się zasady jej prowadzenia, narzędzia czy kierunki badań jej udoskonalania. Niezmienny jednak pozostaje jej cel - potwierdzenie jakości wyrobów oraz doskonalenie procesów i wyrobów. Już w latach osiemdziesiątych prowadzono badania związane z automatyzacją procesów wizualnej kontroli jakości (Drury i Sinclair, 1983). W tym samym czasie powstało wiele publikacji na temat poprawy warunków pracy w systemach wytwarzania (Noro, 1984; Brown, 1985). Oba kierunki zmierzały do polepszenia samego procesu, zwiększenia jego wydajności, skuteczności czy efektywności, co przekładało się na obniżanie kosztów „złej jakości”. Nurty te nadal są domeną wielu opracowań naukowych i zastosowań praktycznych.

Oczywiście, literatura wskazuje na zalety i wady automatyzacji procesów (Kiran et al., 2017; Diez, Schmidt et al., 2019; Baranova, Vasylenko, 2019; Sioma, 2019), jak i wady i zalety pracy ludzkiej w przemyśle (Khasawneh, 2003; See, Drury, 2017).

Drury i Sinclair (1983), w swoich badaniach wykazali, iż człowiek wykonywał zadania kontrolne nieco lepiej od maszyny. Ludzie są dobrzy w wykrywaniu sygnałów w nakładających się widmach szumów i mogą podejmować decyzje indukcyjne w nowych sytuacjach. Mają jednak ograniczone zdolności obliczeniowe i pamięć krótkotrwałą (Khasawneh, 2003). Maszyny z kolei są dobre w obliczeniach, przechowywaniu i odzyskiwaniu pamięci, ale słabo wykrywają sygnały w szumie i mają bardzo małą zdolność do twórczych lub indukcyjnych funkcji (Kantowitz i Sorkin, 1987). Khasawneh, Jiang i Gramopadhye (2003), wykazali, iż najlepsze rezultaty daje praca hybrydowa, wynikająca z wzajemnego uzupełniania się cech człowieka i możliwości komputera. Urbonas (2019), zaznacza, iż obecnie testowane nowe, zautomatyzowane rozwiązania z kamerami o wysokiej rozdzielczości i algorytmami kontroli wizualnej, nie są wystarczająco szybkie i dokładne do zastosowań przemysłowych w czasie rzeczywistym. Z kolei See (2017) pisze, iż automatyzacja nie zastąpi człowieka w systemie, zmieni jedynie charakter jego roli. Jeśli maszyna będzie wykorzystywana do wyszukiwania i identyfikacji wadliwych części, aktywne zadanie kontroli wizualnej może stać się pasywnym zadaniem nadzorczym operatora. Człowiek w takim układzie pracy monitoruje system pod kątem ciągłej funkcjonalności i dokonuje wyrywkowych kontroli dokładności, ale nie jest

aktywnym uczestnikiem procesu. Gdy rola człowieka w zakresie wyszukiwania błędów jest uzupełniana lub zastępowana, wszelkie kwestie ludzkie związane z fazą podejmowania decyzji stają się jeszcze bardziej widoczne.

Niewątpliwie w XXI wieku, automatyzacja jest obszarem o dynamicznym rozwoju, (Trstenjak, Cosic, 2017; Popkova, Ragulina, Bogoviz, 2018; Zholiev, 2021), a pojęcie Przemysłu 4.0. na stałe wpisało się w zakres konferencji naukowych, opracowań czy prac wdrożeniowych w zakładach produkcyjnych. W tematyce wizualnej kontroli jakości można znaleźć liczne opracowania wskazujące na zastosowanie automatów, robotów czy sztucznej inteligencji. Pojawiły się opracowania wskazujące na metody wspomagające procesy decyzyjne w wyborze konkretnych rozwiązań zautomatyzowanych, które opisuje chociażby Mondal, Singh i Chatterjee (2018), proponując model COPRAS (kompleksową metodę oceny proporcjonalnej). Braglia i Gabbrielli (2000), zastosowali analizę wymiarową do wyboru odpowiedniego automatu. Talluri i Yoon (2000) wykorzystali podejście decydenta oparte na preferencjach DEA (Data Envelopments Analysis – Ocena Opracowanych Danych), tworząc metodę CRDEA do wyboru robotów przemysłowych. Chu i Lin (2003), zastosowali metodę rozmytą TOPSIS do oceny różnych alternatyw, w odniesieniu do różnych kryteriów subiektywnych, a nadane wagi wszystkich kryteriów zostały ocenione pod względem językowym zaprezentowanym za pomocą liczb rozmytych. Sen, Datta i Mahapatra (2016), opracowali metodę organizacji rankingu preferencji do oceny (PROMETHEE II), która zapewnia pełną kolejność doboru robotów.

W literaturze występują także liczne opracowania wskazujące na istotność człowieka i jego dalszy rozwój w obszarach kontroli jakości (Mishev, 2006; Drury, 2018; Urbonas, 2019; Crandall, 2021). Prowadzone są dywagacje na temat przyszłej roli człowieka, wykluczenia niektórych zawodów z rynku pracy (Zholiev, 2021). Domniema się, iż człowiek zostanie w wielu dziedzinach zastąpiony przez sztuczną inteligencję, szczególnie w obszarach prostych, powtarzalnych czynności (Kantowitz i Sorkin, 1987; Khasawneh, Jiang i Gramopadhye, 2003), bądź zawodach wymagających przetwarzania dużej ilości danych (Wichtl, Nickel et al., 2018). Z drugiej strony wskazuje się na niezastępowalne cechy ludzi, związane z elastycznością, decyzywnością i szybkim dostosowywaniem się do nowych warunków i potrzeb (Ras, Wild, Stahl, Baudet, 2017; Bauer, Klapper, 2018; Galaske et al., 2018; Krason, Maczewska, Sopińska, 2019).

Mishev (2006), zauważa, iż człowiek jest preferowany zamiast automatyzacji w sytuacjach, gdy automatyzacja jest technologicznie lub ekonomicznie niezasadniona. Wskazuje przy tym na fakt, iż ludzie bardziej ufają człowiekowi, niż maszynie. Haight i Caringi (2007), wykorzystując metodę FMECA (Failure Mode Effects and Criticality Analysis), ocenili silne i słabe strony kontroli zautomatyzowanej i realizowanej przez człowieka. Doszli do wniosku, iż człowiek ma większe zdolności adaptacyjne, jest kreatywny i elastyczny, szybciej reaguje na nieprzewidziane zmiany. Automatyzacja z kolei daje większą wydajność, rzetelność czy dokładność. Kampa (2014), pochyliła się nad ekonomicznymi uwarunkowaniami robotyzacji procesów. Zauważa, iż robotyzacja może być opłacalna jedynie przy wysokim poziomie produkcji i w pracach powtarzalnych, wymagających precyzji. W dalszej części Kampa (2014) stwierdza, iż niewielki stopień automatyzacji spowodowany jest małą skalą produkcji, produkcją opartą na pracy fizycznej, a także wysokich kosztach inwestycyjnych. Z kolei według Raportu Agencji Rozwoju Przemysłu z 2018 roku, Jarzynowski i Pacek wskazują, iż automatyzacja najczęściej znajduje zastosowanie w obszarach przenoszenia, paletyzacji, spawania i zgrzewania, pakowania, obsługi gniazd produkcyjnych, montażu, malowania, nakładania kleju, obróbki mechanicznej. W zestawieniu nie znalazł się nigdzie punkt związany z kontrolą jakości. Wśród barier rozwoju tego obszaru w Polsce, wskazano niskie koszty zatrudnienia w sektorze przemysłowym, co powoduje brak zainteresowania wdrażaniem innowacyjnych, zautomatyzowanych procesów. Wyzwania inwestycyjne i technologiczne sprawiają, że zatrudnianie dodatkowych pracowników nadal jest preferowanym kierunkiem rozwoju. Według raportu Control Engineering (2016), ograniczenia w automatyzacji wynikają w głównej mierze z obawy przed skomplikowaną obsługą, brakiem dostatecznej wiedzy o możliwościach automatyzacji, wysokiej cenie zakupu przy niedostatecznej liczbie rodzimych zakładów z potrzebą stosowania zaawansowanych technologii.

Crandall (2021), wskazuje na fakt, iż systemy zautomatyzowane są projektowane do jednego konkretnego zadania kontrolnego i, w przeciwieństwie do człowieka, nie można ich łatwo przeskoczyć do innego zadania, co także ogranicza ich zastosowanie.

Butlewski i Tytyk (2012), zauważają, iż wprowadzenie maszyn automatycznych zepchnęło człowieka do roli „dodatku” do „samodzielnej” i „mądrej” maszyny. Rola ludzi w takiej sytuacji sprowadza się do prostych czynności, jak włączenie maszyny, załadunek materiałów, opróżnienie kontenera, wywóz odpadów, obserwacja wskaźników informujących o prawidłowym procesie technologicznym itp.

Można zatem wysnuć wniosek, iż zestawiając powyższe, dotychczas naukowo opracowane obszary, znajdziemy odpowiedź na pytanie, czy i kiedy należy automatyzować proces wizualnej kontroli jakości, a kiedy pozostawić go w rękach człowieka. Obszar ten wskazać należy jako zasadny do dalszych badań naukowych, w obszarze sprecyzowania kryteriów decyzyjnych w kontekście wyboru między wizualną kontrolą jakości realizowaną przez człowieka, a wykonywaną przez systemy zautomatyzowane.

Prześlanki wynikające z powyższej analizy wskazują, iż człowiek nadal będzie angażowany w proces wizualnej kontroli jakości, a tematyka wzrokowej kontroli jakości z udziałem człowieka nadal jest istotna. Jak pisze See (2017), pomimo prawie stuletnich badań w obszarze kontroli jakości, istnieją luki, które nadal stanowią wyzwanie dla rozwoju badań w obszarze inspekcji wizualnej w XXI wieku. A fakt istnienia i publikowania opracowań, wskazujących na przewagę człowieka nad maszyną w aspektach wizualnej kontroli jakości (Mishev, 2005; Haight i Caringi, 2007; See, 2017; Drury, 2018; Urbonas, 2019; Crandall, 2021), jest dowodem samym w sobie, iż rola człowieka w tym procesie nadal jest i będzie znacząca.

Warto także w tym miejscu nadmienić o badaniach jakościowych i symulacyjnych, jakie autor miał okazję przeprowadzić na etapie poszukiwania luki badawczej. Badania te skoncentrowane były na potwierdzeniu realizacji procesów WKJ przez człowieka, a także na poszukiwaniu zależności pomiędzy warunkami pracy, stanowiącymi otoczenie stanowiska wzrokowej kontroli jakości, a skutecznością procesu kontrolnego. Badania przeprowadzono według schematu DMAIC (Zdefiniuj, Zmierz, Przeanalizuj, Potwierdź, Skontroluj), opisanego szerzej w rozdziale trzecim niniejszej dysertacji. W wyniku badań potwierdzono, iż poprawa warunków pracy przekłada się na wzrost skuteczności realizowanego procesu WKJ, a także na poprawę dobrostanu pracowników. Autor dostrzegł jednak niedostatek w przeprowadzonych studiach przypadków, wynikający z nieuwzględnienia w prowadzonych analizach czynnika ludzkiego, cech kontrolera, ich wpływu na proces, a także określenia metody doboru pracowników do realizowania czynności wzrokowej kontroli jakości.

Z uwagi na trudność i istotność procesu kontroli wzrokowej, wskazanym byłoby opracowanie metody doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych.

W przestudiowanej literaturze przedmiotu autor natknął się na nieliczne opracowania dotyczące metod wspomagających proces doboru pracowników do wzrokowej kontroli jakości. Istnieją co prawda opracowania wskazujące na ogólnie pożądane cechy pracowników

wizualnej kontroli jakości (Kujawińska, Vogt, 2015; Drury, 2018; Simion, 2018; Kolus, 2018). Istnieją dane statystyczne, które w pewnym zakresie charakteryzują osoby zatrudnione na tym stanowisku. Istnieją różne opracowania z dziedziny zarządzania personelem, z pogranicza psychologii i socjologii, wskazujące na narzędzia do oceny pracowników czy kandydatów (Orme, 2016; Islami, Mulolli, Mustafa, 2018; Bučkova, 2021). Dostępne są także liczne testy oceniające niektóre cechy pracowników, takie jak sprawność wzrokowa (Castillo et al., 2017; Varadaraj, Assi et al., 2020), rozpoznawanie kolorów czy barw (Suparyadi, Yusro, 2019; Esposito, 2019; Bansal et al., 2021). Istotne badania opublikował także Nogalski i Niewiadomski (2014), związane z oceną pracowników w elastycznym zakładzie wytwórczym. Autor rozprawy nie natknął się jednak na opracowania dotyczące sparametryzowania, określenia ważności pożądanых cech pracowników wzrokowej kontroli jakości, a tym bardziej na narzędzia wspomagające proces decyzyjny, uwzględniający cechy pracowników, ale także odnoszący się do istotności i trudności procesu oraz określający warunki pracy, w jakich proces jest realizowany.

W związku z powyższym, w wyniku przeprowadzonych studiów literaturowych oraz własnych badań jakościowych poprzedzających podjęcie tematyki zawartej w niniejszej dysertacji, autor identyfikuje **lukę badawczą** w obszarze metod doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Luka ta określona jest pomiędzy alternatywnymi metodami koncentrującymi się na ogólnych trendach i wytycznych związanych z doborem pracowników, czy też określeniem cech kontrolerów. Opracowane dotychczas i opisane w literaturze metody nie uwzględniają ważności cech kontrolerów, istotności i trudności procesu kontroli oraz warunków pracy. Nie odnoszą się także do specyfiki wybranej przez autora branży wyrobów drewnopochodnych (See, 2017; Battini et al., 2017; Tariq, 2021). Nie ujmują w sposób komplementarny problemu doboru pracowników do procesu WKJ płyt drewnopochodnych. Alternatywne metody, do jakich autor dotarł w trakcie krytycznej analizy literatury, odnoszą się w głównej mierze do oceny kontrolerów przez pryzmat wskaźników skuteczności i efektywności procesu kontroli wzrokowej (Kang et. al., 2017; Ramza et al., 2019; Maharati i Sena, 2020), bądź do oceny pracowników, wykorzystywanej przez działy personalne w ramach ocen okresowych.

Wskazana przez autora luka stanowi zarazem kluczowy argument uzasadniający wybór tematu zaprezentowany w niniejszej dysertacji.

Praktyczną przesłanką uzasadniającą podjęcie wskazanego w pracy tematu jest fakt, iż w branży płyt drewnopochodnych zatrudnionych jest ok. 350 000 pracowników. W zakładach, których pracownicy przystąpili do badań, pracownicy wzrokowej kontroli jakości stanowią ponad 4% ogółu zatrudnionych. Według Polskiej Izby Gospodarczej Przemysłu Drzewnego w Polsce, sektor drzewny wypracowuje około 2,5 proc. krajowego PKB, zapewniając wpływy budżetowe na poziomie przekraczającym 30 mld zł rocznie (PIGPD, 2020), co stanowi o istotności wybranej branży dla gospodarki kraju.

Branża wyrobów drewnopochodnych wchodzi w skład sektora drzewnego. Polska zajmuje drugie miejsce w Europie pod kątem ilości wytwarzanych płyt drewnopochodnych, za Niemcami (GUS, 2020). Większość produktów z tej branży przeznaczona jest do produkcji mebli (płyty wiórowe, pilśniowe - MDF i HDF, w tym laminowane, lakierowane) czy niektóre rodzaje paneli podłogowych (bazujące na płycie pilśniowej HDF). Pozostała gama wyrobów znajduje zastosowanie w budownictwie – np. płyty OSB, płyty wiórowe, czy wyposażeniu wnętrz – panele podłogowe, płyty OSB, MDF, HDF. W związku z zastosowaniem docelowym płyt, ogromne znaczenie ma estetyka wykonania i jakość wyrobów. Ze względu na bardzo dużą elastyczność produkcji, szeroką gamę stosowanej kolorystyki i struktur, w tym palpacyjnie wyczuwalną strukturę 3D, która w efekcie wizualnym potęguje wrażenie przestrzenne, a więc liczne tzw. dekory, a także koszty wdrożeniowe i powdrożeniowe, automatyzacja procesu wizualnej kontroli jakości w tym obszarze nie jest w tej branży popularna (Urbonas, 2019).

Ericsson, Johansson i Stjern (2021), podjęli badania w warunkach przemysłowych nad zautomatyzowaną wizualną kontrolą jakości, wykazując zadowalające rezultaty. Ich badania koncentrowały się jednak jedynie na jednorodnej grupie produktowej i wykrywaniu tylko jednego rodzaju błędu. Śmietańska, Podziewski, Bator i Górski (2020), wykazali obiecujące rezultaty zastosowania automatycznej kontroli jakości w zakresie delaminacji (rozwarstwienia powierzchni melaminowej) płyt meblowych, co także nie wypełnia potrzeb w obszarze kontroli warstwy wierzchniej płyt. Dodatkowo na przeszkodzie stoi czynnik ekonomiczny, związany z kosztami automatyzacji. Według raportu Control Engineering z 2016 roku oraz raportu Agencji Rozwoju Przemysłu z 2018 roku, koszty przemawiają w dalszym ciągu na korzyść realizowania procesu wizualnej kontroli jakości przez człowieka. Polewska et al. (2015) w swoich badaniach wykazała, iż spośród dziesięciu badanych przedsiębiorstw z branży płyt drewnopochodnych, w żadnym nie prowadzono zautomatyzowanych procesów kontroli jakości. Autor w ramach prowadzonych badań ankietowych w 4 zakładach produkcyjnych z

branży wyrobów drewnopochodnych, uzyskał 86 ankiet potwierdzających przeprowadzanie wizualnej kontroli jakości przez człowieka.

Według raportu *Foresight w drzewnictwie dla Polski 2020*, największe nakłady na inwestycje poczyniono w obszarze automatyzacji ciągów produkcyjnych, komputeryzacji układów sterowania oraz zastosowania manipulatorów przemysłowych. W rozdziale *Kompozyty drzewne w Polsce do 2020 roku*, dotyczącym perspektyw rozwoju badań naukowych w tej branży, prof. Frąckowiak (Ratajczak, Bidzińska, Szostak, Frąckowiak, Herbec, 2009), wskazuje m.in. na kierunki badań w obszarze problematyki kontroli jakości w procesach technologicznych, podkreślając ważność tego obszaru.

Wobec zidentyfikowanej luki badawczej i wskazanym powyżej uzasadnieniem wyboru tematu rozprawy, autor określił następujące cele pracy.

Celem głównym, naukowym i zarazem poznawczym pracy jest ustalenie sposobu doboru pracowników do procesu wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Cel ten prowadzi do opracowania metody doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. W wyniku przeprowadzonego postępowania badawczego, składającego się z analizy literatury oraz przeprowadzonych badań empirycznych, cel zostanie osiągnięty poprzez opracowanie zagregowanego wskaźnika dobroci kontrolera.

Celem utylitarnym jest opracowanie zbioru rekomendacji w obszarze zarządzania wzrokową kontrolą jakości, definiowanych poprzez dobór odpowiedniego kontrolera do realizacji procesu wzrokowej kontroli jakości, przy zapewnieniu odpowiednich warunków pracy, z uwzględnieniem trudności i istotności procesu kontroli.

Dodatkowe cele pracy są następujące:

- Opracowanie listy kontrolnej do wstępnej oceny warunków pracy – środowiska i organizacji pracy – dla stanowiska wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych.
- Opracowanie listy kontrolnej do oceny procesu wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych ze względu na jej trudność i istotność.
- Określenie roli człowieka w procesie wizualnej kontroli jakości płyt drewnopochodnych.

Zaproponowane w dysertacji formularze list kontrolnych, wynikające z celu pobocznego pierwszego i drugiego, nie służyły do zrealizowania celu głównego pracy. Powstały one w

ramach dysertacji przede wszystkim w celu ułatwienia zastosowania praktycznej metody w warunkach przemysłowych.

W pracy autor zdefiniował także problemy badawcze. **Głównym problemem badawczym** pracy jest określenie ważności zidentyfikowanych, pożądanych cech kontrolera płyt drewnopochodnych.

Drugim problemem badawczym jest określenie ważności zidentyfikowanych czynników wpływających na prawidłowe przeprowadzenie procesu wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych.

W celu przeprowadzenia analizy problemu i odpowiedniego przygotowania procesu badawczego, przeprowadzono przegląd i krytyczną analizę literatury, które doprowadziły do sformułowania **pytań badawczych**.

Pytanie stamowujące punkt wyjścia do dalszych rozważań brzmi: **Co wpływa na prawidłowo przeprowadzony proces wzrokowej kontroli jakości?**

Analiza literatury wskazuje na trzy główne aspekty, które wpływają na proces WKJ i wymagają pogłębionej analizy literatury. Aspekty te, to kluczowe cechy idealnego kontrolera jakości, określona istotność i trudność procesu kontroli przez pryzmat obiektu kontroli oraz warunki pracy, wpływające na prawidłową realizację procesu kontroli.

Pytania badawcze, jakie wynikają z pogłębionej analizy literatury oraz przyjętego toku rozumowania i zaproponowanego sposobu rozwiązania problemów badawczych, koncentrują się wokół dwóch spośród trzech wskazanych aspektów definiujących system wzrokowej kontroli jakości.

Pierwszy aspekt związany jest z kluczowymi cechami idealnego kontrolera jakości, a więc z podmiotem kontroli. Pytanie, jakie określono w tym zakresie, to:

P1. Jaka jest ważność poszczególnych cech kontrolera jakości?

Drugim aspektem są warunki pracy, wpływające na prawidłową realizację procesu kontroli. Pytanie badawcze zdefiniowane w tym obszarze jest następujące:

P2. Jaka jest ważność zidentyfikowanych czynników wpływających na proces WKJ płyt drewnopochodnych?

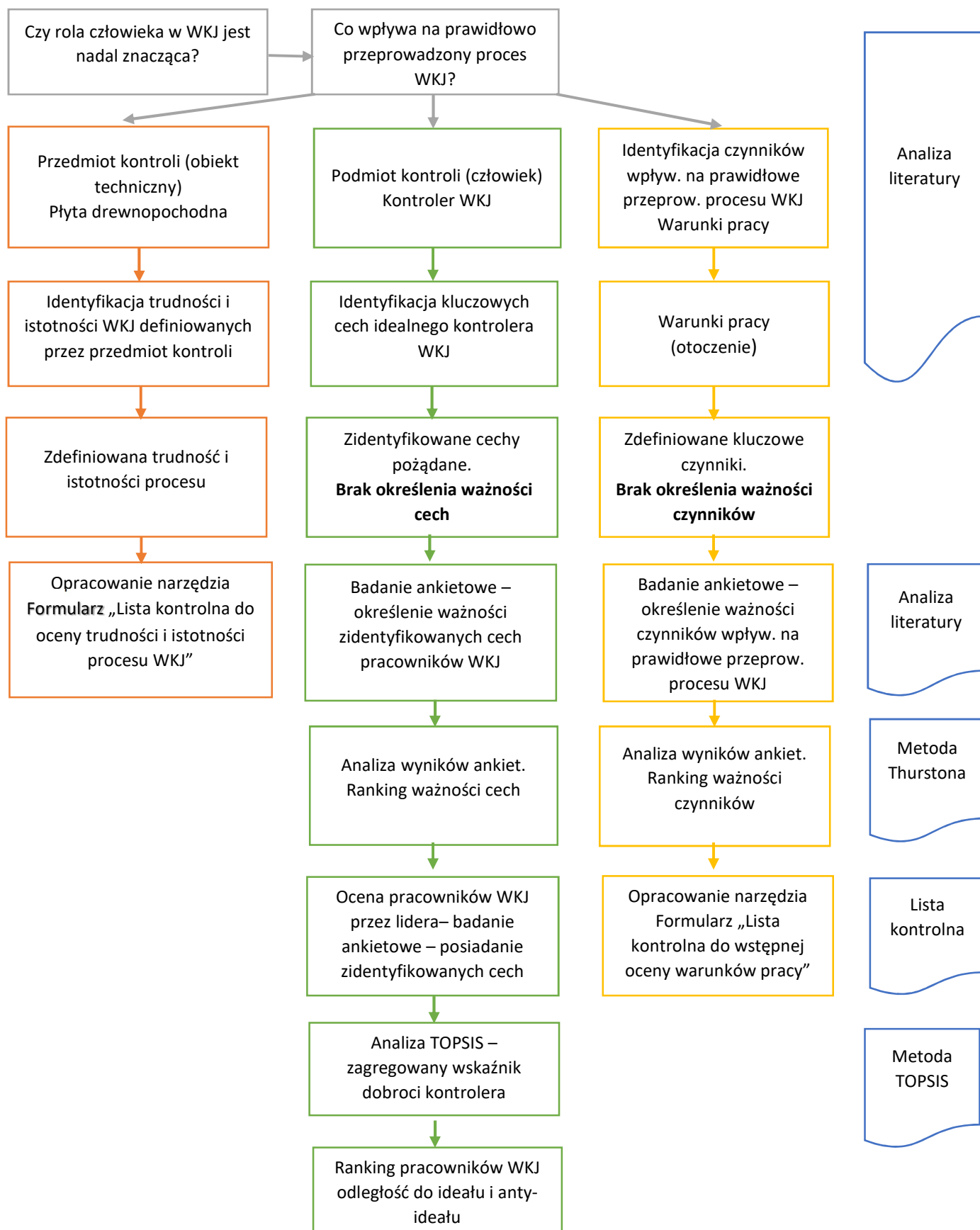
Pytania badawcze postawione w pracy wynikają z określonych problemów badawczych, a także odnoszą się do celów zdefiniowanych w pracy, co stanowi podstawę do podjęcia badań.

Cele pracy zostały zrealizowane z **wykorzystaniem metod i narzędzi badawczych**, w tym badań literaturowych oraz wywiadów bezpośrednich w oparciu o arkusz ankiety.

Do realizacji przyjętego celu głównego pracy, wykorzystano następujące metody badawcze:

- badanie literaturowe w zakresie określenia cech idealnego pracownika wzrokowej kontroli jakości.
- badanie ankietowe, którego celem będzie określenie ważności poszczególnych cech idealnego kontrolera wzrokowej kontroli jakości, a także ocena posiadania przez grupę pracowników wskazanych cech idealnego kontrolera. Ocena ta przeprowadzona będzie przez lidera zespołu kontrolerów – bazując na formularzu ankiety zaproponowanym przez autora dysertacji, w oparciu o pięć stopniową skalę Lickerta.
- metoda Thurstona zostanie wykorzystana do analizy wyników badania ankietowego w dwóch obszarach. Pozwoli na uzyskanie sklasyfikowanej listy cech idealnego kontrolera wzrokowej kontroli jakości, pod względem ocenionej ważności zidentyfikowanych cech. Metoda zostanie także zastosowana w celu uszeregowania warunków pracy – czynników wpływających na WKJ od najważniejszego do najmniej istotnego. Dzięki temu, w razie konieczności wprowadzenia działań korygujących dotyczących warunków pracy, działania te zostaną podjęte w obszarach mających największy wpływ na proces WKJ.
- metoda TOPSIS posłuży do zastosowania zagregowanego wskaźnika dobroci kontrolera. W efekcie przeprowadzenia metody TOPSIS, stosowanej w modelach decyzyjnych, zostanie przedstawiony ranking kontrolerów, uwzględniający ważność cech kontrolera idealnego oraz ocenę posiadania tychże cech przez pracowników. Ranking wskaże odległość ocenionych kontrolerów od ideału oraz od antyideału.

Przystawione metody jak i schemat realizacji pracy ujęty jest w postaci schematu blokowego, zaprezentowanego na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat realizacji badań, z uwzględnieniem użytych metod i narzędzi.

Wypracowana metoda, która powstała na skutek przeprowadzenia procesu z wykorzystaniem wyżej wymienionych narzędzi, metod i procesów, pozwoli na dobór pracowników WKJ do trudnego i istotnego procesu wzrokowej kontroli jakości, z zapewnieniem odpowiednich warunków pracy, stanowiąc swoistą rekomendację w obszarze zarządzania wizualną kontrolą jakości, spełniając tym samym przesłanki dla osiągnięcia celu użytkowego pracy.

Autor podejmuje w pracy trzy nurty poruszane w literaturze przedmiotu w zakresie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych: związany z automatyzacją procesu WKJ; odnoszący się do organizacji stanowiska pracy kontrolera jakości; odnoszący się do samego kontrolera – człowieka.

Pierwszy nurt, związany z automatyzacją procesu kontroli wizualnej, poruszają w swoich publikacjach chociażby Plinke (2010) i Ahmed (2015). Autorzy wskazują na różne warianty automatyzacji kontroli jakości w przemyśle wyrobów drewnopochodnych. Autorzy nie podają jednak kryteriów doboru danego wariantu automatyzacji, nie wspominają także w konkluzji o rekomendacjach w zastosowaniu systemów zautomatyzowanych w skali przemysłowej. Muszyński i Launey (2009), opisują zaawansowane techniki skanowania obrazów stosowane w branży wyrobów drewnopochodnych, nie dając jednak żadnych wskazówek dotyczących optymalizacji zastosowania wskazanych w publikacji rozwiązań. Urbonas (2019), opisuje metody zautomatyzowania systemów kontroli jakości w branży drewnopochodnej. Nie poddaje jednak analizie możliwości ich doboru ani zastosowania. Wszyscy autorzy zaznaczają, iż prowadzone przez nich próby nie znalazły szerokiego zastosowania w branży drewnopochodnej ze względu na swoje niedoskonałości.

Drugim nurtem poruszonym w literaturze, jest organizacja stanowiska pracy kontrolera jakości. Istotnym aspektem wpływającym na człowieka w procesie wizualnej kontroli jakości są warunki pracy. Literatura opisuje szereg metod służących do analizy stanowiska roboczego (Butlewski et al., 2014; Moradi et al., 2017; Katode, 2021), systemu człowiek-obiekt techniczny – otoczenie. Battini et al. (2011, 2015, 2017), koncentruje się na kluczowej roli, jaką wg autorki odgrywa ergonomia w kształtowaniu niezawodnych, wydajnych i bezpiecznych stanowisk pracy, w różnych obszarach produkcyjnych, w tym w kontroli jakości. Publikowane wyniki badań nie dają jednak odpowiedzi na pytanie, jakie warunki są kluczowe dla prawidłowego przeprowadzenia procesu wzrokowej kontroli jakości.

Neumann i Dul (2010), dostrzegają w swojej pracy, iż zastosowanie ergonomii w przemyśle może przysłużyć się zarówno w aspekcie socjalnym, jak i benefitów finansowych.

Bożek i Rogalewicz (2013) oraz Kujawińska, Vogt i Hamrol (2015), wskazują na czynniki techniczne, organizacyjne związane ze stanowiskiem pracy - w tym na środowisko pracy, a w szczególności oświetlenie, hałas czy temperaturę. Do podobnych wniosków w obszarze kontroli jakości w procesach ręcznego montażu dochodzi Kowalik, Kujawińska i Hamrol (2011). Także motywacja do pracy, znajomość celu realizacji powierzonych zadań zostają wskazane jako istotne uwarunkowania efektywnego procesu wzrokowej kontroli jakości (Bożek, 2013). Motywacja może przekładać się na bezpieczne zachowania w procesie pracy, co z kolei określa poziom i kulturę bezpieczeństwa organizacji (Kowal, 2019).

Niezbędnym atrybutem do zarządzania procesem wzrokowej kontroli jakości jest także wiedza pozwalająca na zapewnienie optymalnych warunków pracy, w czym przydatne są listy kontrolne. Ergonomiczne check-listy to narzędzia bardzo dobrze opisane w literaturze (Drury, 2021; Żabińska et al., 2021), zarówno pod względem metodycznym, jak i zastosowań praktycznych. Listy takie, jak na przykład NIOSH obejmują wszystkie główne aspekty ergonomii miejsca pracy i są szeroko rozpowszechnionym narzędziem oceny ergonomicznej (Jach, 2020). Tworzone liczne warianty, a także ewaluacja list jest szeroko publikowana (Lis, Nowacki, Łakomy, 2017; Drury, 2002; Żabińska et al., 2021). Oczywiście, nic nie stoi na przeszkodzie, aby w badaniach wykorzystywać pełne listy kontrolne, dostępne wzory. Niemniej jednak, analizując proces WKJ płyt drewnopochodnych w aspekcie przeglądu literatury, autor nie natknął się na listę dedykowaną do weryfikacji stanowiska wzrokowej kontroli jakości w przemyśle płyt drewnopochodnych. Dlatego też w pracy zaproponowano uproszczoną listę kontrolną do wstępnej oceny warunków pracy na stanowisku WKJ w omawianej branży.

Trzecim poruszonym w literaturze przedmiotu nurtem jest sam podmiot procesu, a więc człowiek. See (2017), precyzuje, iż mimo przebadania wielu indywidualnych czynników w celu określenia cech „doskonałego” inspektora, podejście, które odpowiednio wyjaśnia wariację danych, nie zostało jeszcze odkryte (See, 2012). Dodatkowe badania mające na celu wyeliminowanie takich luk przyniosą ogólne korzyści w inspekcji wizualnej, niezależnie od tego, czy zastosowano techniki zautomatyzowane.

Tariq (2021), wskazuje na aspekty związane z samym człowiekiem – z jego kondycją zdrowotną rozumianą jako kondycja fizyczna, z kondycją psychiczną – samodzielnym myśleniem, koncentracją i skupieniem na zadaniu. Wśród kolejnych aspektów wymienia

czynniki socjalne, związane z pracą z innymi ludźmi, przeszkoleniem, a także warunkami pracy. Wśród nich wspomina o warunkach materialnego środowiska pracy – temperaturze i oświetleniu. Opracowanie to, choć istotne z punktu widzenia znajomości czynników ważnych dla procesu WKJ, nie daje jasnych wytycznych dotyczących zarówno pożądanych warunków pracy w wizualnej kontroli jakości, jak i kwestii doboru pracowników do zadania wzrokowej kontroli jakości

W dysertacji wyróżnia się dwie części: teoretyczną i badawczą. Część teoretyczna zawiera rozważania autora, poparte studiami literaturowymi, nad rolą człowieka w procesie wizualnej kontroli jakości, warunkami pracy oraz cechami kontrolera, a także w obszarze zdefiniowania parametrów stanowiących o istotności i trudności procesu wzrokowej kontroli jakości. Część badawcza pracy została podzielona na cztery etapy.

W pierwszym etapie, autor przeprowadził badania ankietowe pilotażowe, na grupie dziesięciu kontrolerów w jednym z wybranych zakładów produkcyjnych. Pilotaż miał za zadanie odpowiedzieć na pytanie, czy ankieta jest zrozumiała, czytelna i nie pozostawia wątpliwości, co respondenci potwierdzili.

Drugim etapem, było przeprowadzenie badania ankietowego właściwego. Badaniu poddano 86 pracowników wzrokowej kontroli jakości w czterech przedsiębiorstwach produkcji płyt drewnopochodnych. Ankiety potwierdziły, iż wzrokowa kontrola jakości w branży wyrobów drewnopochodnych jest nadal stosowana. Badanie pozwoliło także na znalezienie odpowiedzi na pytanie, które spośród zidentyfikowanych cech idealnego kontrolera jakości są najważniejsze oraz na sklasyfikowanie najważniejszych przyczyn nieprawidłowego przeprowadzenia procesu wzrokowej kontroli jakości.

W etapie trzecim, przeprowadzono ocenę, w jakim stopniu pracownicy charakteryzują się cechami idealnego kontrolera WKJ, zidentyfikowanymi na bazie analizy literatury. Ocena została przeprowadzona przez lidera zespołu kontrolerów, na bazie autorskiego formularza ankietowego.

Czwarty etap badań pozwolił na zastosowanie algorytmu doboru pracownika wzrokowej kontroli jakości z wykorzystaniem zagregowanego wskaźnika dobroci kontrolera, wskazanie ważności kluczowych parametrów charakteryzujących warunki pracy na stanowisku kontrolnym oraz klasyfikując stanowisko pod względem trudności i istotności procesu kontroli wzrokowej. W ramach tego etapu, opracowano formularze – listy kontrolne do oceny

istotności i trudności procesu WKJ, a także formularz do wstępnej oceny warunków pracy na stanowisku WKJ.

We wprowadzeniu autor przedstawia odpowiednio: tło problematyki, uzasadnienie wyboru tematu pracy, przedmiot badań, cele pracy, problemy badawcze, pytania badawcze, metodę realizacji celów pracy oraz krótko omawia strukturę pracy.

W dalszej części autor definiuje problem badawczy oraz pytania badawcze, a także przedstawia metodę realizacji pracy ze szczególnym uwzględnieniem technik i narzędzi badań. Ostatnią częścią jest krótkie omówienie struktury pracy wraz z charakterystyką poszczególnych rozdziałów.

W rozdziale pierwszym przedstawiono wyniki analizy literaturowej przeprowadzonej przez autora, przybliżając problematykę wizualnej kontroli jakości, ze szczególnym uwzględnieniem jej istoty – zarówno w zakresie zdefiniowania samej kontroli jak i uszczegóławiając rolę wizualnej kontroli jakości. Omówiono rodzaje wad/braków w wyrobach, przyczyny ich występowania oraz dalsze postępowanie w przypadku wykrycia niezgodności. Opisano schemat procesu kontroli, składający się z detekcji wad i procesu decyzyjnego, a także możliwe decyzje kontrolera w procesie WKJ, związane z klasyfikacją wyrobu skontrolowanego - dwie prawidłowe i dwie błędne.

W dalszej części rozdziału scharakteryzowano wybrane aspekty jakości płyt drewnopochodnych, opisując błędy, jakie występują w wyrobach wytwarzanych przez tę gałąź przemysłu. Zwrócono uwagę na szerokie spektrum dekorów – warstwy wierzchniej, wykończeniowej płyt, stosowane struktury, kolorystykę i wzory. Szczegółowo opisano grupy produktowe wraz ze wskazaniem przedmiotowych norm europejskich, definiujące wyroby i wskazujące stawiane wyrobom wymagania. W części tej, co wymaga podkreślenia, zwrócono uwagę na wymagania opisane w normach europejskich, dotyczące organizacji stanowiska finalnej, wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych melaminowanych, a także melaminowanych paneli podłogowych oraz definiujące dopuszczalne błędy w tychże wyrobach.

Następnie autor prezentuje determinanty organizacji wizualnej kontroli jakości w przedsiębiorstwie, koncentrując się na określeniu czynników decyzyjnych w organizacji kontroli jakości, automatyzacji w obszarze wizualnej kontroli jakości oraz determinantach kontroli jakości realizowanej przez człowieka.

Kolejny wątek poruszany w pracy dotyczy modeli decyzyjnych stosowanych w wyborze sposobu realizacji kontroli oraz zagadnienia doboru pracowników do procesu wizualnej kontroli jakości. W tej części autor charakteryzuje zawód kontrolera jakości, omawiając pożądane cechy kontrolerów.

Następnie w pracy scharakteryzowano trudność i istotność wzrokowej kontroli jakości, definiowanych przez pryzmat samego wyrobu jak i charakterystykę błędów mogących wystąpić w wyrobach.

Przechodząc do ogólnej charakterystyki systemu wzrokowej kontroli jakości, autor zwraca uwagę na uwzględnienie środowiska pracy i organizacji stanowiska pracy w aspekcie wybranych, znaczących czynników ergonomicznych, związanych z aspektami wzrokowej kontroli jakości.

Rozdział drugi poświęcony jest charakterystyce wykorzystanych w pracy metod badawczych, takich jak metody badań ankietowych, metoda Thurstona, metoda TOPSIS oraz listy kontrolne. Autor opisuje i uzasadnia wybór i zastosowanie poszczególnych metod, także prezentując inne dostępne rozwiązania. Przywołane metody Thurstona i TOPSIS są omówione w niniejszym rozdziale, a publikowane dane, za pomocą których autor wyjaśnia mechanizm zastosowania metod, pochodzą z przeprowadzonych badań.

W rozdziale trzecim autor omawia badania własne zrealizowane w ramach niniejszej dysertacji, ale także krótko prezentuje przeprowadzone na etapie poszukiwania luki badawczej badania, poprzedzające badanie właściwe. W pierwszej części rozdziału trzeciego przedstawiono przeprowadzone badania wstępne i symulacje w organizacji wzrokowej kontroli jakości, które zrealizowano zgodnie z metodyką DMAIC. Następnie omówiono badania ankietowe dotyczące cech kontrolera, wskazując na dobór próby, budowę kwestionariusza ankiety, charakterystykę respondentów, klasyfikację ważności cech kontrolera jakości oraz ocenę ważności czynników wpływających na proces WKJ.

W dalszej części rozdziału, autor przeprowadził ocenę cech pożądanych u pracowników WKJ, a także zaprezentował autorską listę kontrolną do oceny stanowiska wzrokowej kontroli jakości oraz drugą listę kontrolną do oceny istotności i trudności WKJ. Na końcu zaprezentowano system wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych, oparty na trzech filarach: człowieku – obiekcie technicznym – otoczeniu.

Rozdział czwarty prezentuje metodę doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Autor zaproponował, oprócz opisu metody, także ujęcie metody w postaci schematu blokowego. Na zakończenie rozdziału, autor przedstawił zaproponowaną metodę na tle alternatywnych sposobów rozwiązania problemu – porównując zaproponowaną przez siebie autorską metodę, do innych metod, uzasadniając tym samym zastosowanie proponowanego modelu jako podejście nowatorskie.

Pracę zwięźczo podsumowaniem, w którym krótko omówiono przebieg i wyniki dysertacji, sposób oraz realizację celów postawionych w pracy, uzyskane odpowiedzi na pytania badawcze, a także zaproponowano przyszłe kierunki badań.

Na końcu pracy zamieszczono wykaz literatury i norm, a także spis rysunków i tabel oraz cztery załączniki – opracowane przez autora i zastosowane w badaniach formularze ankiet oraz zaproponowane listy kontrolne do zastosowań praktycznych.

ROZDZIAŁ 1. PROBLEMATYKA WIZUALNEJ KONTROLI JAKOŚCI

1.1. Istota wizualnej kontroli jakości

Nieodzownym etapem w zapewnieniu jakości jest proces kontroli. Kontrola jest jedną z czterech wiodących funkcji zarządzania, wg. Fayola (1947), obok planowania, organizacji i kierowania (Oakland, 2008; Hamrol, 2017). Do skutecznego zarządzania jakością konieczne jest poddanie jakości sprawdzeniu, którego celem jest wyznaczenie stanu ilościowego jakości produktu.

Kontrola wizualna polega na określeniu właściwości wyrobów za pomocą sposobów wizualnych (Kolman, 1998). Kontrola może przyjmować różne formy: kontroli wzrokowej (organoleptycznej), kontroli wizualnej wspomaganej, kontroli wizualnej automatycznej (widzenie maszynowe) czy badań wizyjnych (VT) (Knop, Borkowski, 2017).

Według Hamrola (2007), kontrola to zmierzenie, zbadanie, oszacowanie lub sprawdzenie właściwości wyrobu lub procesu oraz odniesienie wyników tych czynności do wymagań, by stwierdzić, czy w odniesieniu do badanych właściwości osiągnięto zgodność.

Kontrola wizualna znajduje zastosowanie w kontroli cech niemierzalnych lub mierzalnych wyrobu. Stosowana jest najczęściej w przypadku, gdy pomiar cech jest utrudniony lub ekonomicznie nieuzasadniony (Diering, Dyczkowski, Hamrol, 2015), a także ze względu na

potencjalnie wysokie koszty błędów kontrolnych (Ulutas, Özkan, Michalski, 2020). Najczęściej dotyczy właściwości (cech), których natura jest dychotomiczna, tzn. właściwości, która występuje, bądź nie występuje (Bożek, 2013). Przykładem właściwości o takim charakterze jest np. uszkodzenie – jest lub go nie ma. Atrybutem może być także cecha traktowana jako mierzalna, np. grubość, której ze względów praktycznych przypisuje się tylko dwa stany - „zgodny” lub „niezgodny”, mieści się w polu tolerancji lub jest poza nią (Bożek, 2013).

Spitz i Drury (1978), dzielą kontrolę wizualną na dwa podstawowe zadania: znalezienie wady i podjęcie decyzji. See (2012), wskazuje na cztery możliwe decyzje w ocenie w trakcie kontroli jakości. Kontroler może ocenić wyrób dobry jako dobry, wadliwy jako wadliwy, ale też zakwalifikować wyrób wadliwy jako dobry, bądź dobry jako wadliwy.

Błędy inspekcji (See, 2012), mogą mieć poważne konsekwencje, począwszy od niezadowolenia klienta, przez wysokie koszty napraw, na utracie zdrowia, a nawet życia skończywszy.

Ze względu na brak możliwości precyzyjnej oceny stanu wyrobu, stosowana jest kontrola alternatywna, jakościowa, binarna. Przypisuje ona wyrobowi lub danej właściwości wyrobu jedynie dwa możliwe, wykluczające się stany: zero – „zgodny z wymaganiami” lub jeden – „niezgodny z wymaganiami”. Stany te są w praktyce nazywane krótko, np.: „zgodny” i „niezgodny”, „OK” i „NOK” lub w inny, odpowiedni sposób (Bożek, 2013). Ważną zaletą kontroli wizualnej jest możliwość szybkiej oceny kilku właściwości jednocześnie. Jest to jedna z przyczyn jej szerokiego stosowania w praktyce. Z kolei wadą tego rodzaju kontroli jest brak informacji o stopniu spełnienia lub niespełnienia wymagań w stosunku do kontrolowanej właściwości, a więc oceny ilościowej. Kontrola pozwala jedynie na podjęcie decyzji, czy badany element należy zakwalifikować jako „dobry”, czy też jako „zły”. Jeśli wzorzec jest trudny do jednoznacznego określenia, a w przypadku kontroli wizualnej jest to sytuacja częsta, podejmowane decyzje cechują się dużym subiektywizmem w przeciwieństwie do skwantyfikowanego, „wymiarowego” charakteru kontroli liczbowej (Gallwey, Drury, 1986).

Aby wydać ocenę o kontrolowanych wyrobach, należy najpierw ustalić zbiór elementów, według których ocena ta jest nadawana. Cechy dzielimy na mierzalne i niemierzalne, dwustopniowe – alternatywne i wielostopniowe. W literaturze przedmiotu istnieje wiele publikacji dotyczących klasyfikacji kontroli.

Kolmann (1995) klasyfikuje kontrolę następująco:

- a) ze względu na przyporządkowanie organizacyjne: wewnętrzna lub zewnętrzna,
- b) ze względu na zakres oddziaływania na proces (miejsce w procesie):
 - bierna, gdy dotyczy wyłącznie wyrobów gotowych (dobre – wadliwe) i polega na selekcji wyrobów na zgodne i niezgodne, ogranicza się wtedy do inspekcji – kontroli technicznej – jest zorientowana produktowo, w strukturze organizacyjnej jest lokowana w jednostkach produkcyjnych i akcentuje funkcje kontrolne na stanowisku pracy.
 - czynna, gdy dotyczy całokształtu procesu i obejmuje wykrywanie przyczyn niezgodności i aktywne zapobieganie ich powstawaniu, uwzględnia szeroki, a nie tylko techniczny punkt widzenia, opiera się na założeniu, że jakości nie można „wykontrolować”, lecz trzeba ją wytworzyć, i rozkłada odpowiedzialność za spełnienie wymagań klienta na jednostki wykonawcze i najwyższe kierownictwo.
- c) ze względu na kompletność uwzględniania wyprodukowanych wyrobów:
 - całkowita – stuprocentowa, pełna – gdy sprawdza się wszystkie wyprodukowane wyroby (należy zdawać sobie sprawę, że nawet po trzykrotnej kontroli część wad nie jest wykrywanych), jest stosowana w przypadkach niestabilnego procesu, gdy proces, urządzenia i kwalifikacje wykonawców nie gwarantują jednorodności kontrolowanego parametru, podczas produkcji wyrobów precyzyjnych, odpowiedzialnych i cennych, gdy jakość dostaw jest nieodpowiednia, po operacjach, w których przewiduje się znaczny odsetek braków, po operacjach realizowanych na uniwersalnych urządzeniach technologicznych, po operacjach szczególnie ważnych dla kolejnych operacji lub przed operacjami czasochłonnymi, albo kosztownymi, a także przy dopasowywaniu elementów składowych podczas montażu, ten rodzaj kontroli nie może być stosowany w przypadku badań niszczących.
 - częściowa (wrywkowa, statystyczna), gdy sprawdza się tylko określoną liczbę wyrobów pobranych losowo z danej partii, jest stosowana w przypadku stabilnych procesów, gdy liczba sprawdzanych elementów jest bardzo duża, podczas kontroli międzyoperacyjnej, w trakcie końcowej kontroli przedmiotów o niezbyt wygórowanych wymaganiach, dla wyrobów masowych, gdy parametr

jest ważny, ale istnieje małe prawdopodobieństwo, że przekroczy granice tolerancji, a także gdy jest konieczne przeprowadzenie badań niszczących.

d) ze względu na wykonawców:

- kontrola wykonywana przez pracowników kontroli technicznej,
- przez pracowników bezpośredniego dozoru lub bezpośrednich wykonawców (samokontrola). W przypadku tej ostatniej pracownik musi zostać wyposażony w kompetencje i środki umożliwiające wykonanie zadania, kontrolę spełniania przez proces określonych wymagań w każdej chwili jego przebiegu i podejmowanie działań regulacyjnych, gdy spełnienie wymagań nie jest możliwe.

Gdy rzeczywista wartość cechy danego obiektu różni się od wartości nominalnej, to znaczy gdy występuje niezgodność z wymaganiami (niezgodność to ogólnie niespełnienie wymagań, wg normy ISO 9000), wtedy mamy do czynienia z wadą, czyli z tym, czego klient ma prawo nie oczekiwać (Hamrol, 2017). Wady, podobnie jak cechy, możemy klasyfikować:

- a) ze względu na znaczenie cechy, np. wg tzw. AQL – Acceptance Quality Limit – według serii norm ISO 2859-1,2,3,4:
- krytyczne – prowadzące do powstania niebezpiecznych warunków obsługi lub do znacznego zmniejszenia zdolności pełnienia przez gotowy obiekt określonych funkcji,
 - istotne – uniemożliwiające wykorzystanie obiektu lub zmniejszające możliwość jego stosowania,
 - mało istotne – które mają niewielki wpływ na funkcjonowanie obiektu i nie zmniejszają możliwości jego stosowania zgodnie z przeznaczeniem,
- b) ze względu na wykrycie / niewykrycie – jako jawne (ujawnione) i ukryte (istniejące, lecz do tej pory nieujawnione),
- c) ze względu na tolerancję, jako dopuszczalne (akceptowalne) i niedopuszczalne (nie do zaakceptowania).

Gdy obiekt ma wady powodujące, że przewidywany cel jego użytkowania nie może zostać osiągnięty lub osiągnięcie celu jest ograniczone, wtedy mamy do czynienia z brakiem (jednostką wadliwą). Braki produkcyjne należy klasyfikować:

- a) ze względu na możliwość usunięcia wad, jako naprawialne – częściowe (które można naprawić, przywracając do stanu zgodnego z wymaganiami, bo naprawa jest technicznie możliwa i opłacalna) i nienaprawialne – całkowite (których naprawa nie jest technicznie możliwa lub nie jest opłacalna),
- b) ze względu na możliwość zastosowania: jako wewnętrzne – ujawnione w organizacji i zewnętrzne – ujawnione poza organizacją, reklamacyjne.

Dokumentowanie braków wymaga sprawnych narzędzi zbierania informacji, do których zaliczamy kartę braków (dla braków wewnętrznych) i kartę reklamacji (dla braków zewnętrznych). Zadania tych kart wynikają z potrzeby wykorzystania informacji o powstałych brakach i metodycznego analizowania jakości.

Braki wymagają odpowiedniego postępowania. Żaden wyrób nie może zostać wystany klientowi, dopóki nie zostaną przeprowadzone wszystkie zaplanowane działania weryfikacyjne i nie spełni on wymagań określonych w specyfikacji. Dlatego istotne jest sprawdzenie zakończenia poprzednich kontroli, porównanie wyników z wymaganiami oraz skontrolowanie wyrobu przed zwolnieniem (ze wskazaniem odpowiedzialnej osoby). Braki należy przekazać do tzw. izolatora braków (depozytu) – miejsca, w którym są one selekcionowane ze względu na możliwość usunięcia wad lub dalszego wykorzystania.

1.2. Charakterystyka wybranych aspektów jakości płyt drewnopochodnych

Przemysł drewnopochodny wchodzi w skład sektora drzewnego. Gałęzie gospodarki tworzące ten sektor są od siebie współzależne i wzajemnie na siebie oddziałują. Cechują się specyficznymi procesami produkcji, asortymentem, ale i różnym stopniem zaawansowania technologicznego. Wśród wyrobów drewnopochodnych, w aspekcie wizualnej kontroli jakości, na uwagę zasługują wyroby uszlachetnione – melaminowane bądź lakierowane. Dotyczy to przede wszystkim płyt wiórowych, płyt pilśniowych – MDF/HDF oraz paneli podłogowych. Melaminowanie jest procesem, w którym warstwa papieru dekoracyjnego nasączona żywicą jest nakładana na płytę bazową – surową. W procesie prasowania, pod

ciśnieniem i w wysokiej temperaturze, ten tzw. melafilm, przechodzi w stan ciekły po podgrzaniu, a następnie utwardza się na płycie, tworząc cienką warstwę na jej powierzchni. Czas prasowania wynosi od 15 do 40 sekund. Utwardzanie i laminacja zachodzi w temperaturach pomiędzy 130°C a 200°C. Laminaty, oprócz nadania dodatkowych właściwości fizykomechanicznych, stanowią przede wszystkim o kolorze i wzorze wyrobu. Paleta stosowanych rozwiązań, tzw. dekorów, jest praktycznie nieskończona. Obecnie stosowane kolory klasyfikuje się na 2 grupy podstawowe – tzw. unidekory (monokolory, o jednorodnym, jednokolorowym wybarwieniu płyty – rys.2.) oraz dekory wielobarwne (multikolory – rys.3.). Te drugie przypominają wyglądem różne rodzaje drewna, bądź kamienia, często są dodatkowo wzbogacone efektami, np. rżazem - imitacją przejścia piły, czy imitacją sęków. Mogą to być także inne wzory, skomponowane na życzenie klienta, bądź stworzone przez architekta, czy projektanta (rys.4.).

Coraz bardziej popularne stają się także laminaty z tzw. warstwą 3D, do złudzenia przypominające naturalne materiały nie tylko ze względu na wygląd, ale także wyczuwalną palpacyjnie fakturę. Do wyboru jest także wykończenie płyt uwzględniające stopień połysku – matowe, półmatowe, połyskujące, a także specjalna powierzchnia tzw. anty-finger, dzięki której na warstwie wierzchniej nie pozostawiane są ślady dotyku palców czy dłoni. Przykładowe dekory, będące namiastką możliwości produkcyjnych przedstawiono poniżej.



Rys. 2. Przykładowe uni-dekory płyt drewnopochodnych ocenianych w procesie WKJ.
Źródło: www.integartbudownictwo.pl/oferta/elewacje-wentylowane/kronoart/



Rys. 3. Przykładowe dekory płyt drewnopochodnych ocenianych w procesie WKJ.
 Źródło: www.integartbudownictwo.pl/oferta/elewacje-wentylowane/kronoart/




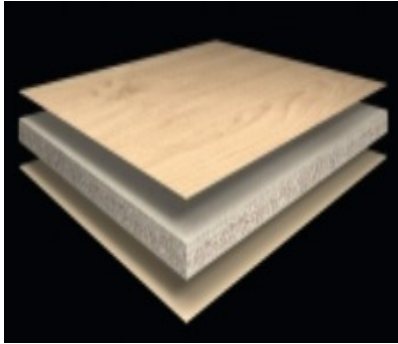
Rys. 4. Przykładowe dekory płyt drewnopochodnych ocenianych w procesie WKJ.
 Źródło: www.integartbudownictwo.pl/oferta/elewacje-wentylowane/kronoart


Pierwotnie producenci wykorzystywali ten sam, powtarzający się dekor, w związku z czym, np. panele podłogowe, były powtarzalne. Co n-ta sztuka (w zależności od przygotowanego wcześniej zadruku na formacie płyty HDF), była taka sama, wzór się powtarzał. Obecnie zmierza się do indywidualizowania paneli i braku powtarzalności w dekorze, dążąc do perfekcji w naśladowaniu natury – w drewnie powtarzalność praktycznie nie występuje.

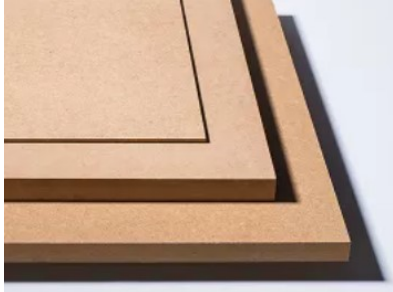

Takie zróżnicowanie dekorów i możliwości wynikające ze zmieniających się trendów konsumentów i poszukiwań projektantów, stanowi wyzwanie dla prawidłowego procesu wizualnej kontroli jakości.

Definicje wyrobów drewnopochodnych oraz ich klasyfikacja i wymagania, określone są m.in. w europejskich i międzynarodowych normach technicznych. Podstawowe normy przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Wybrane główne normy europejskie dotyczące wyrobów drewnopochodnych.

| NAZWA WYROBU | OPIS | ZDJĘCIE | NORMA PRODUKTOWA |
|---------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| <p>Płyty wiórowe</p> | <p>Wyprodukowane ze sprasowanych w wysokiej temperaturze cząstek drewna (wiórów płaskich, wiórów skrawanych ze zrębków, strużyn, trocin) i/lub innego materiału ligno-celulozowego w postaci cząstek (paździerze lniane, paździerze konopne, bagassa, słoma itp.) z udziałem kleju syntetycznego (wg normy PN-EN 309).</p> |  <p>Źródło: www.archipelag.pl/files/FotoNew/2/2eldhk709nrif3/mle7jpm0cu7586_original.jpg</p> | <p>PN-EN 309</p> |
| <p>Płyty wiórowe laminowane</p> | <p>Płyta wytworzona przez bezpośrednie nałożenie nieutwardzonego papieru impregnowanego żywicą aminoplastyczną na jedną lub obie powierzchnie podłoża płyty i uzyskanie w tym samym procesie wiązania i zabezpieczania przy</p> |  <p>Źródło: www.egger.com/shop/pl_PL/interior/produkt/MELAMINFACEDBOARDS</p> | <p>PN-EN 14322 PN-EN 14323</p> |

| | | | |
|-----|--|---|-----------|
| | <p>użyciu ciepła i ciśnienia, ale bez użycia pośredniego kleju (wg normy PN-EN 14322).</p> | | |
| OSB | <p>Płyta o wiórach orientowanych. Płyta warstwowa z połączonych ze sobą przy pomocy środka wiążącego włókien drzewnych o ustalonym kształcie i wielkości. Włókna w warstwach zewnętrznych są wyrównane i zorientowane równoległe do długości lub szerokości płyty, natomiast włókna w warstwie (lub warstwach) środkowej mogą być ułożone przypadkowo lub wyrównane pod kątem prostym do warstw zewnętrznych (wg normy PN EN 300).</p> |  <p>Źródło: www.kronosfera.pl/k/plyta-osb-3-krawedz-prosta-grubosc-mm-12-wymiary-2500-x-1250-mm,1126,1079?tr=7</p> | PN-EN 300 |

| | | | |
|--------------------------------------|---|---|------------------|
| <p>Płyty pilśniowe LDF, MDF, HDF</p> | <p>Płyty drewnopochodne o grubości co najmniej 1,5mm, wyprodukowana z włókien ligno-celulozowych prasowanych ze sobą przy użyciu wysokiej temperatury i/lub ciśnienia. Wiązania w tym materiale uzyskuje się w wyniku spilśnienia włókien i ich naturalnych właściwości adhezyjnych i/lub przez dodanie kleju syntetycznego (wg PN EN 316).</p> |  <p>Źródło: www.kronosfera.pl/p/dla-mebelarstwa-plyty-pilśniowe-plyty-mdf-surowe,113</p> | <p>PN-EN 316</p> |
| <p>Sklejki</p> | <p>Płyta drewnopochodna składająca się ze sklejonych ze sobą warstw drewna, tzw. fornirów, przy czym włókna sąsiadujących warstw przebiegają pod kątem prostym (PN EN 313).</p> |  <p>Źródło: https://www.parkietstyl.com.pl/pl/sklejka</p> | <p>PN-EN 313</p> |

| | | | |
|-------------------------|---|--|--------------------|
| <p>Panele podłogowe</p> | <p>Produkowane na bazie płyt HDF (lakierowane bądź laminowane).</p> |  <p>Źródło: https://www.parkietstyl.com.pl/pl/jak-wybrac-najlepsze-panele-podlogowe-domu</p> | <p>PN-EN 13329</p> |
|-------------------------|---|--|--------------------|

Cała procedura opisująca proces wizualnej kontroli jakości płyt drewnopochodnych melaminowanych oraz paneli podłogowych zawarta jest w normach przedmiotowych. Norma PN-EN 14323:2022-04 *Płyty drewnopochodne. Płyty laminowane do zastosowań wewnętrznych. Metody badań*, dedykowana jest dla płyt drewnopochodnych laminowanych. Proces oceny wizualnej dla paneli podłogowych wskazany jest w normie produktowej PN-EN 13329+A2:2022-02 *Laminowane pokrycia podłogowe -- Elementy z warstwą użytkową na bazie aminoplastycznych termoutwardzalnych żywic -- Specyfikacje, wymagania i metody badania*. Norma ta odwołuje się do parametrów określonych w dokumencie normatywnym PN-EN 438-2+A1:2019-01 *Wysokociśnieniowe laminaty dekoracyjne (HPL) -- Płyty z żywic termoutwardzalnych (zwyczajowo nazywane laminatami) -- Część 2: Oznaczanie właściwości*.

Za defekt, według powyższych dokumentów, uznaje się wady powierzchniowe większe niż 0,8mm², które można rozpoznać patrząc na powierzchnię płyty z odległości 0,7m, pod kątem około 45°.

Wskazane dokumenty odniesienia opisują także parametry oświetlenia. Źródło światła powinno dawać rozproszone oświetlenie o natężeniu 1200±400 lx na całym obszarze (dla paneli podłogowych jest to zakres 800 lx -1000 lx). Może to być rozproszone światło dzienne lub rozproszone światło sztuczne. Na światło dzienne nie mogą mieć wpływu otaczające drzewa, czy inne przeszkody. W przypadku stosowania sztucznego światła dziennego, powinno ono mieć skorelowaną temperaturę barwową od 5000 K do 6500 K i Ra większe niż 92, jeśli do oceny stosujemy kabinę do dopasowywania kolorów, opisaną w normie PN-EN ISO 3668:2020-08 – *Farby i lakiery – Wzrokowe porównywanie barwy farb*.

Dogodna odległość światła od stołu inspekcyjnego wynosić powinna około 1,5 m.

Procedura przeprowadzenia wzrokowej kontroli jakości jest następująca:

- umieścić płytę stroną dekoracyjną do góry na stole inspekcyjnym i wytrzeć ją z wszelkich zanieczyszczeń, jeśli to konieczne, miękką szmatką i odpowiednim środkiem czyszczącym,
- sprawdzić z odległości wymaganej (0,7m) pod kątem defektów, takich jak smugi, zacieki, odciski palców, zadrapania, ciała obce, uszkodzenia lub inne skazy widoczne na powierzchni dekoracyjnej,
- w przypadku paneli docinanych na wymiar, oględziny należy wykonać również na krawędziach.

Ocenę całkowitej powierzchni defektów typu plamkowego, w milimetrach kwadratowych oraz całkowitej długości defektów włosowatych w milimetrach, o czym wspomina przywołana norma PN-EN 14323, można przeprowadzić za pomocą Tabeli Szacunkowej Rozmiarów lub równoważnego systemu. W przypadku sporu inspekcja powinna być przeprowadzona przez trzech obserwatorów przy użyciu Tabeli Szacunkowej Rozmiarów lub równoważnego systemu.

Kontroler powinien mieć zapewnione normalne widzenie, w razie potrzeby skorygowane (w przypadku wady wzroku). Do oglądania arkusza nie należy używać szkła powiększającego. Wszyscy obserwatorzy powinni mieć dobre widzenie kolorów.

Należy zapisać wszystkie defekty, identyfikując rodzaj, liczbę i rozmiar defektów oraz zsumować powierzchnie i długości. Dopuszczalna wielkość defektów opiera się na maksymalnej powierzchni zanieczyszczenia równoważnej jednostce defektu i jest proporcjonalna do standardowej wielkości dostawy producenta. Całkowity dopuszczalny obszar zanieczyszczenia może być skoncentrowany w jednym miejscu lub rozproszony na całej powierzchni.

W przypadku gotowych paneli, skumulowana wada odnosi się do standardowych rozmiarów dostaw producentów lub wielkości dostawy. Dopuszczalne błędy są scharakteryzowane w następujący sposób:

- błędy punktowe: dopuszczalny błąd całkowity oblicza się w następujący sposób:
Całkowity błąd = długość płyty x szerokość płyty x dozwolona ilość wad (np. 5000 mm x 2000 mm x 2 mm²/m²=20mm²).

Dlatego dozwolone błędy są następujące:

- 1x20mm² błąd, lub

- 2x10mm² błędy, lub
 - 3x6,6mm² błędy itd.
- błędy podłużne: dozwolona liczba błędów kalkulowana jest następująco:
 Całkowity błąd = długość płyty x szerokość płyty x dopuszczalna ilość błędów =
 5000mm x 2000 mm x 20mm/m² = 200mm.

Dozwolone błędy są następujące:

- 1x200 mm błąd
- 2x100 mm
- 3x66 mm itd.

Ustandaryzowany, najbardziej powszechny rozmiar płyty wynosi 2800 mm x 2070 mm.

Opis w normach produktowych podaje wymagania dotyczące oświetlenia, odległości z jakiej kontrolę należy przeprowadzać czy dopuszczalne ilości wad w wyrobach. Nie wskazuje jednak żadnych wymaganych cech charakteru czy wymagań dotyczących samych kontrolerów, warunków pracy (z wyjątkiem oświetlenia), w jakich powinna się odbywać kontrola.

1.3. Determinanty organizacji wizualnej kontroli jakości w przedsiębiorstwie

1.3.1. Czynniki decyzyjne w organizacji kontroli jakości

Istota organizacji kontroli jakości koncentruje się na określeniu głównego celu kontroli oraz odpowiednim doborze środków do osiągnięcia wyznaczonego celu. Środki te zazwyczaj przejawiają się w określeniu sposobu przeprowadzania kontrol, a więc zastosowaniu zautomatyzowanych systemów wizyjnych lub realizacji zadań kontrolnych przez człowieka. Dalsze determinanty uzależnione są w pierwszej kolejności od powyższej klasyfikacji i doborze metody realizacji zadania kontroli wizualnej.

Zdaniem Fleck, Mitroff (2007), a także Rao et al. (2009), organizacja kontroli jakości determinowana jest przede wszystkim przez kontrolowany wyrób. Co za tym idzie, trudność procesu definiowana jest poprzez:

- poziom złożoności wyrobu,
- skomplikowanie wyrobu,
- strukturę wyrobu,

- liczebność wad w wyrobie,
- rodzaj wad w wyrobie,
- wielkość wad w wyrobie,

a także, jak zauważa Stadhaus (1997), Dalton i Drury (2004):

- częstotliwość, wielkość i różnorodność występujących wad, oraz (za Wilhelmsen et al., 2002; Kane et al., 2009),
- lokalizacja wad w wyrobie.

Istotne jest także ryzyko, jakie niesie ze sobą wyrób oraz mogące wystąpić w nim wady, dla przyszłego użytkownika (Bożek, 2013; Williams, 2017). Ryzyko determinuje ilość i rodzaj stosowanych kontroli w procesie oraz konieczność wysokiej skuteczności procesów kontroli, zastosowania wysokiej klasy urządzeń kontrolnych, bądź doborze wysoko wyspecjalizowanych kontrolerów. Im wyższe ryzyko dla użytkownika, tym większa istotność procesu kontroli jakości.

Kluczowym czynnikiem dla procesu wzrokowej kontroli jakości okazuje się także sam kontroler (Drury, Wang, 1986; See, 2012; Kujawińska, Vogt, 2013). Cechy charakteru, doświadczenie, wykszolenie (Koller, Drury, Schwaninger, 2009; Moore, 2016), czy motywacja do pracy (Larson, 2002), a także indywidualne cechy psychofizyczne, różnicują kontrolerów (Speed, 2007). Istotna w procesie WKJ jest także technika, metoda wykrywania błędów (Drury, Chi, 1995; Courtney, Guan, 1998; Watts, 2011).

Yeow and Sen (2004), zwracają uwagę na design stanowiska pracy, jako kolejną grupę czynników determinujących organizację wizualnej kontroli jakości, co w swoich pracach podkreślają Pacholski (1977), Falck (2002), Erdinc (2008), Górska (2009), Hu, Zhang, Gavriel, Salvendy (2012), czy Helander (2012). Wśród czynników kształtujących stanowisko pracy, wskazać należy na materialne środowisko pracy, organizację przestrzeni roboczej, czy organizację samego zadania roboczego. Są to parametry istotne zarówno dla kontroli wykonywanej przez człowieka jak i zautomatyzowanych systemów.

Kontrola jakości to zasadniczo zadanie, w którym nie ma prostego, jednoznacznego, krok po kroku, przepisu na sukces (Drury, 1999). W organizacji procesu kontroli jakości w przemyśle płyt drewnopochodnych, w pierwszej kolejności należy określić, czy stosujemy kontrolę

zautomatyzowaną, czy realizowaną przez człowieka. Powyższa decyzja determinuje dalsze kroki związane z organizacją procesu kontroli.

1.3.2. Automatyzacja w obszarze kontroli jakości wizualnej

Automatyzacja rozumiana jest jako samodzielny środek techniczny, pozwalający na znaczne obniżenie poziomu udziału człowieka w odbiorze lub przekazywaniu danych, energii, materiałów, produktów, wykonywania modyfikacji, w transporcie i użytkowaniu, a także w zwiększaniu wydajności pracy. Jest jednym z obszarów rozwoju naukowego i technologicznego, wykorzystującego coraz częściej metody matematyczne (Zhovliev, 2021).

Już na początku lat dziewięćdziesiątych, prowadzone badania wskazywały na niską wykrywalność błędów w procesach realizowanych przez człowieka (za Guzaitis, 2008). Schicktanztanz (1993), zauważa, iż ze względu na zmęczenie i błędy ludzkie, człowiek jest w stanie wykryć jedynie około 60-75% wad. Jak wskazuje Butlewski et al. (2014), błąd ludzki rozumiany jest jako działanie, które nie jest zamierzone, nie jest jednak także konsekwencją wypadku. Ze względu na niską skuteczność wzrokowej kontroli jakości realizowaną przez ludzi, coraz częściej podejmuje się próby zastępowania kontroli wzrokowej kontrolą wizyjną, sprzężoną z automatycznym rozpoznawaniem obrazów (Bożek, 2013).

Analiza obrazu i miękkie techniki obliczeniowe są coraz częściej wykorzystywane do automatyzacji inspekcji przemysłowych w różnych dziedzinach (Guzaitis, 2008,), a także do nadzoru procesów i wyrobów (Veriskas et al., 2000; Verikas et al., 2003; Kumar, 2003; Bacauskiene i Veriskas, 2004; Ghita et al., 2005; Veriskas et al., 2005). Większość dostępnych systemów wykrywania defektów opartych na analizie obrazu koncentruje się na powierzchniach nieteksturowanych, takich jak panele szklane (Ghita et al., 2005), blacha stalowa (Pernkopf, 2004) czy materiały tekstylne (Tsai i Hsieh, 1999; Bodnarova et al., 2000; Kumar, 2003). Defekty w takich obrazach są dość łatwe do wykrycia, ponieważ przejawiają się w wyraźnie zmierzonych wartościach w porównaniu z wartościami jednolitego tła. W wyrobach o podłożu niejednorodnym (np. płyty drewnopochodne), systemy automatyczne nie sprawdzają się tak dobrze (Guzaitis, 2008). W takich sytuacjach, nadal często wykorzystywana jest kontrola wzrokowa – realizowana przez człowieka.

Wykrywanie defektów poprzez zautomatyzowane systemy w laminowanych płytach, zostało przebadane przez kilku autorów: Schmidt et al., 2019; Baranova, Vasylenko, 2019; Sioma, 2019. Wnioski są jednoznaczne. Mimo postępu w tej dziedzinie, nadal istnieje wiele

ograniczeń w praktycznym zastosowaniu systemów w realiach przemysłowych. Do barier na wejściu zaliczyć należy koszty wdrożenia, trudność w programowaniu oraz dużą wrażliwość na zwykłe odchylenia występujące w produkcji (Hou et al., 1993; Jiang et al., 2003; Bożek, 2013; Lee et al., 2016; Liu et al., 2017).

Zaawansowane, wysokowydajne systemy automatycznej optycznej inspekcji do wieloparametrycznej kontroli jakości w warunkach przemysłowych są nadal rozwiązaniami o unikatowym charakterze. Istnieje wciąż wiele barier technologicznych, które w zależności od branży stanowią o wprowadzeniu automatyzacji w procesie wizyjnej kontroli jakości (Hamrol, Kowalik, 2006; Jurkovic, 2009; Bombiak, 2014; Gruszka, Tytyk, 2018).

Karwowski i Salvendy (1994), wskazują na istniejące luki w systemach automatycznych, których wypełnienie staje się domeną ludzi. To człowiek odpowiada za rozwiązywanie problemów produkcyjnych, czy rozwój organizacji – w tym także wzrost jakości procesów produkcyjnych.

Zdaniem Tytyka (2001), maszyna może realizować swoje zadania:

- szybko,
- z dużą siłą, mocą i stabilnością parametrów,
- niezmiennie w zakresie stereotypowych czynności i zadań,
- przechowując duże ilości informacji oraz kasując te informacje, wracając do „czystej karty”,
- długotrwale, także w zakresie przechowywania dużej liczby informacji bez ich zmieniania,
- w sposób zróżnicowany, także ze względu na liczbę realizowanych jednocześnie zadań,
- w zróżnicowanych warunkach atmosferycznych.

Nowoczesne systemy zautomatyzowane muszą działać niezawodnie przez długi czas w optymalnie intensywnych warunkach pracy. Dobór odpowiedniego rozwiązania jest dużym wyzwaniem. Problemem dla systemów wizyjnych może okazać się zapylenie, które osiadając na elementach optyki urządzenia, może zakłócać prawidłowy odczyt obrazu. Maszyny często muszą działać w odpowiednich warunkach temperatury i wilgotności oraz wymagają działań

związanych z utrzymaniem ich sprawności, a więc kompetentnych pracowników utrzymania ruchu, serwisów i przeglądów.

Istotnym aspektem jest także fakt, iż w warunkach przemysłowych, dla przedsiębiorstw szybka wymiana siły roboczej na maszyny często wiąże się ze znacznym kosztem utraty kreatywności, innowacyjności i motywacji pracowników (Pouliakas, 2018). Automatyzacja polegająca na zastąpieniu pracy ludzkiej przez urządzenia, może spowodować (Mishev, 2006) między innymi:

- wzrost wydajności pracy,
- obniżenie kosztów pracy,
- łagodzenie skutków niedoborów siły roboczej,
- ograniczenie, a w niektórych przypadkach eliminację rutynowych czynności manualnych,
- poprawę bezpieczeństwa pracowników,
- poprawę jakości produkcji,
- skrócenie czasu realizacji produkcji,
- uniknięcie wysokich kosztów, których nie można zautomatyzować.

Groover (2019), wskazuje także na sytuacje, w których automatyzacja nie ma racji bytu. Najczęściej takie sytuacje mają miejsce, gdy:

- zadanie jest zbyt trudne technologicznie do zautomatyzowania. Dzieje się tak, gdy ze względów technologicznych lub ekonomicznych, system nie mógł zostać zautomatyzowany. Aspekty technologiczne tych trudności obejmują brak dostępu do miejsca pracy, różne zmiany, w tym konieczność przekształceń w trakcie procesu oraz wymóg sprawności i koordynacji,
- zadanie obejmuje produkcję o krótkim cyklu życia, przez co nie ma konieczności stosowania skomplikowanego systemu automatyzacji. Byłoby to nieopłacalne ekonomicznie mając na uwadze, że produkt prawdopodobnie będzie na rynku przez stosunkowo krótki okres czasu. W takich przypadkach oprzyrządowanie niezbędne do produkcji jest łatwe do wyprodukowania, a kontrolę jakości powierza się człowiekowi,

- zadanie dotyczy produkcji wyrobów na zamówienie; są to przypadki, w których istnieje zapotrzebowanie na wyjątkowość,
- produkcja podlega ciągłym zmianom popytu dla różnych poziomów produkcji. Przypadki te nie są tak powszechne dla nowoczesnych systemów produkcyjnych, ale wciąż zdarzają się sytuacje, gdy zmiany są zbyt skomplikowane. Z drugiej strony zdarza się, iż wydajność zautomatyzowanego systemu jest zbyt duża dla wielkości bieżącej pożądanej produkcji, w takim przypadku stosowana jest praca ludzka,
- przypadek wprowadzenia zupełnie nowego produktu, bądź gdy rynek jest niepewny i nie ma jasności co do odniesienia sukcesu. Zależy to również od żywotności produktu; niektóre z wyrobów produkowane są na krótki czas. W takim przypadku praca ludzka zapobiega utracie inwestycji firmy.

Wdrożenie automatyzacji odnosi się także do różnych koncepcji (Mishev, 2006), którymi są czas, pieniądze, bezpieczeństwo, elastyczność i jakość. Koncepcje i ich wpływ na system są omówione poniżej:

- Czas. Ta koncepcja jest zwykle związana z poziomem automatyzacji i tym, jak ten poziom wpływa na produktywność. Im wyższa automatyzacja tym szybsza jest produkcja, a co za tym idzie – oszczędność czasu. Od tej reguły zdarzają się wyjątki, w przypadku rozległej automatyzacji. Innym aspektem są często napotymane trudności w optymalizacji produkcji, co często prowadzi do dłuższego całkowitego czasu produkcji.
- Pieniądze. Koncepcja ta uwzględnia związek między identyfikacją stopnia automatyzacji, a kosztami i oszczędnościami. Podstawowa koncepcja wiąże się z relacją, w której zwykłego operatora zastępuje się systemem automatycznym. W teorii powinno to prowadzić do obniżenia kosztów – w perspektywie długofalowej, ponieważ człowiek uważany jest za najdroższą część systemu. Również w tym przypadku nie zawsze jest to prawda. Zdarzają się sytuacje, w których bardziej odpowiednie jest wykorzystanie ludzi, zamiast bezzałogowych maszyn automatycznych.
- Bezpieczeństwo. Koncepcja ta jest zorientowana głównie na automatyzację, ponieważ automatyzacja ogranicza udział człowieka w niebezpiecznych procesach.

Prowadzi to do zmniejszenia urazów i wypadków z udziałem człowieka w procesie pracy.

- **Elastyczność.** Koncepcja ta dotyczy przewagi człowieka, operatora nad automatyką. W tym ujęciu człowiek jest niezastąpiony, ma dużo większą zdolność do szybkiego przestawiania się z danej czynności, operacji, zadania. Potrafi elastycznie reagować na potrzeby organizacji. Gdy istnieje potrzeba elastycznych operacji, lepszym rozwiązaniem jest człowiek niż robot.
- **Jakość.** Koncepcja jakości dotyczy automatyzacji jako źródła poprawy jakości produktu – ze względu na większą powtarzalność realizacji zadań, możliwość pracy ciągłej, zdolność do szybszego przetwarzania informacji.

W produkcji płyt drewnopochodnych, jak wynika z analizy literatury (Frąckowiak, 2009; Kampa, 2014; Polewska, 2015) oraz doświadczeń zawodowych i badań autora, automatyzacja procesu wizualnej kontroli jakości nie jest stosowana, ze względu na liczne bariery technologiczne oraz finansowe. W branży tej, w zakresie kontroli wizualnej powierzchni płyt uszlachetnionych, nadal dominuje kontrola jakości realizowana przez człowieka.

1.3.3. Determinanty kontroli jakości realizowanej przez człowieka

Wizualna kontrola jakości realizowana przez człowieka odnosi się do realizowania procesów z wykorzystaniem zmysłów, konkretnie wzroku. W odniesieniu do człowieka, mówimy zatem o wzrokowej kontroli jakości (WKJ).

Kontrola jakości wykonywana przez człowieka jest szeroko opisywana w literaturze przedmiotu (Hamrol, Kowalik, Kujawińska, 2010; Battini et al., 2011; Almgren, 2012; Kujawińska, Diering, 2014). Stosowana jest od samego początku, jak tylko człowiek zaczął wytwarzać dobra. Polegała ona i nadal polega na ocenie wytworzonego wyrobu pod kątem spełnienia wymagań i oczekiwań. W latach 20-tych XX wieku ten sposób prowadzenia kontroli uznany był za najbardziej wiarygodny (Kujawińska, Vogt, 2013; See, 2017). W latach 50-tych i 70-tych (Drury, Karwan, Vanderwarker, 1986; Jiang, Gramopadhye, 2003; Cepin, 2007), wraz z rozwojem teorii detekcji sygnałów i rozwoju matematycznych modeli, zaczęto podważać to założenie. W latach 80-tych powrócono do kontroli z udziałem człowieka (Drury, Sinclair, 1983). Dziś, w czasach Przemysłu 4.0, zastosowanie automatyzacji wypierającej człowieka,

w niektórych branżach (dominuje branża automotive) na niektórych stanowiskach, staje się codziennością.

Wzrokowa kontrola jakości charakteryzowana jest przez zdolność człowieka do (Tytyk 2001):

- wykrywania słabych sygnałów wzrokowych i słuchowych,
- wykrywania sygnałów przypadkowych na tle szumu,
- odbioru, interpretacji i scalania informacji cząstkowych oraz uzupełnienia brakujących informacji,
- wykonywania operacji sterowania w sposób płynny,
- umiejętności kojarzenia ze sobą różnych informacji,
- myślenia indukcyjnego – wnioskowania,
- zmiany w zakresie wykonywanych funkcji,
- zdolności do działania w sytuacjach nieoczekiwanych i mało prawdopodobnych,
- wykrywania i poprawiania przypadkowych błędów swoich i maszyny.

Wyżej wymienione prerogatywy człowieka zdają się być coraz bardziej zagrożone ze strony systemów automatycznego rozpoznawania, ale wizualna kontrola jakości wykonywana przez człowieka jest szybka i zazwyczaj tania (Bożek, 2013). Nie wymaga kosztownego sprzętu kontrolno-pomiarowego, a także jest nieniszcząca, gdyż nie prowadzi do zużycia ocenianego obiektu.

Kontrola wzrokowa ma też swoje słabe strony. Jest obarczona czynnikiem ludzkim, który bywa z natury zawodny. Kontrolerzy popełniają błędy, a ich niedoskonałość jest inherentną częścią procesu kontroli wzrokowej. Poziom tego błędu może być za pomocą odpowiednich działań redukowany, ale nie może być w 100% wyeliminowany (Drury, 1992; Bożek, 2013).

Kontrola jakości realizowana przez człowieka cechuje się dużą dozą subiektywizmu. Na jego stopień wpływa wiele czynników:

- a) przygotowanie zawodowe przeprowadzającego kontrolę (Callum, Bittner, Rubinstein, Brown, Richman, 2005; Rebsamen, Boucheix, Fayulor, 2010),
- b) predyspozycje do wykonywania zawodu, umiejętność interpretowania i wyciągania wniosków (Drury, Watson, 2002),

- c) spostrzegawczość, reaktywność, zdolność koncentracji (Fox, 1973; Ghylin, Drudy, Batta, Lin, 2007),
- d) osobowość (Wiener, 1975),
- e) stopień odpowiedzialności za wykonaną kontrolę, presja wywierana przez różne czynniki zewnętrzne (Taylor, 1990),
- f) system szkoleń (Gallwey, 1998; Gramopadhye, Desai, Bowling, Khasawneh, 2003),
- g) poziom motywacji (Drury, 1978; Watanapa, Kaewkuekool, Suksakulchai, 2002).

Kontrola jakości wykonywana przez człowieka determinowana jest przez wiele czynników. Nelson i Barany (1969), Drury (1974), Naqvi, (1996) oraz Bainbridge (2002), zwracają uwagę na czas niezbędny do prawidłowej oceny wyrobu. Czas ten może w skrajnych przypadkach wywoływać **pośpiech** u pracownika, co wpływa negatywnie na prawidłowe przeprowadzenie wzrokowej kontroli jakości. Także **nieprzestrzeganie instrukcji pracy** jest czynnikiem stanowiącym źródło błędów w wizualnej kontroli jakości (Hamrol, Kowalik, 2011). **Nieuwaga pracownika**, wynikająca z braku koncentracji na realizowanym zadaniu, (Graber 1999; Kujawińska, Vogt, 2013) oraz **zmęczenie** to kolejne charakterystyki opisywane w literaturze (Haghighi, Yazdi, 2015). Yeow, Sen (2015) oraz Kujawińska i Vogt (2013) wskazują na materialne środowisko pracy, jako czynnik wpływający na człowieka. Kluczowe cechy opisywane przez autorów to **hałas** (Taylor et al., 2004; Khajenasiri et al., 2016), **oświetlenie** (Drury, Watson, 2002) **mikroklimat** i **monotonia** (Drury, See, 2012). See (2012), a także Kujawińska i Diering (2020), wyróżniają 5 grup czynników wpływających na skuteczność wizualnej kontroli jakości.:

- techniczne (wskaźnik defektów, rodzaj wady, automatyzacja standardów lokalizacji defektów, inne);
- indywidualne (płeć, wiek, doświadczenie, uzdolnienie, osobowość, czas pracy, inne),
- organizacyjne (wsparcie przedsiębiorstwa, szkolenia i kursy, **instrukcje** oraz procedury, nagrody i zachęty, informacje zwrotne, rotacja pracowników),
- środowiskowe (oświetlenie, hałas, mikroklimat, a w nim temperatura powietrza, zmiana robocza, pora dnia, umiejscowienie stanowiska pracy),
- społeczne (nacisk kierownictwa, współpraca, komunikacja).

Jak zauważa See (2012), istnieje wiele niuansów związanych z wykonywaniem zadania kontrolnego. Jednym z nich jest fakt, że inspekcja wzrokowa jest tylko częściowo definiowana przez zmysł wzrokowy. Zmysł dotyku również można wykorzystać do wzmocnienia widzenia podczas sprawdzania wad powierzchniowych, takich jak chociażby chropowatość powierzchni. Zmysł węchu może być używany np. do wykrywania wycieków płynów lub przegrzanych elementów sterujących (See, 2012).

Kujawińska i Diering (2014), zwracają uwagę na czynniki psychospołeczne, takie jak chociażby presja wywierana na kontrolerów jakości ze strony pracowników produkcyjnych, których praca jest kontrolowana, czy menadżerów, których celem jest ograniczanie kosztów poprawek, napraw czy utylizacji wyrobów niezgodnych. See (2012), zaleca w związku z tym oddzielenie funkcji kontrolnych od produkcyjnych.

Odnosząc powyższe przesłanki do organizacji wzrokowej kontroli jakości realizowanej przez człowieka w procesie produkcji wyrobów drewnopochodnych, należy skoncentrować się na spełnieniu wymagań normatywnych, omówionych w rozdziale 1.2, odpowiednim doborze kontrolera jakości z uwzględnieniem jego cech osobowościowych, rodzaju i istotności kontroli, zapewnieniem odpowiednich warunków pracy, a więc ergonomii stanowiska roboczego, uwzględniając przy tym istotność i trudności w realizacji zadania kontrolnego, wynikające z rodzaju kontrolowanych wyrobów oraz wpływu wady na odbiorcę. W podjęciu decyzji odnośnie sposobu organizacji procesu wzrokowej kontroli jakości pomocne są modele decyzyjne. Mają one szczególne zastosowanie w przypadku konieczności podejmowania decyzji w warunkach permanentnej niepewności (Nowak, Borowiec, 2019).

1.4. Modele decyzyjne w wyborze sposobu realizacji kontroli

Model decyzyjny jest to syntetyczne, analityczne odwzorowanie problemu decyzyjnego w postaci modelu matematycznego, statystycznego, ekonomicznego, informatycznego, psychologicznego, itp. (Rebizant, 2004; Kordos, 2017). Do modeli decyzyjnych zaliczamy drzewa decyzyjne, programowanie liniowe, programowanie wielokryterialne, teorię gier oraz procedurę analitycznej hierarchizacji. Jak zauważa Nogalski i Niewiadomski (2015), z koniecznością podejmowania decyzji spotyka się każdy wytwórca, który staje przed problemem mającym nie mniej niż dwa rozwiązania.

Wykorzystanie modeli decyzyjnych ma sens zarówno w planowaniu procesów produkcyjnych jak i w planowaniu wzrokowej kontroli jakości, jako procesu pomocniczego procesów wytwarzania. Dzięki modelom decyzyjnym możemy podjąć właściwą decyzję, opartą na analizie danych i założeń, a nie tylko na przeczuciu czy doświadczeniu pracownika.

Podejmowanie decyzji w praktyce gospodarczej jest procesem złożonym, wymagającym dokładnego przeanalizowania sytuacji, ustalenia kryteriów wyboru rozwiązania i poszukiwania rozwiązań optymalnych. Proces ten obejmuje następujące etapy (Witkowska, 2000; Sikora, 2008):

- sformułowanie problemu decyzyjnego, czyli opis sytuacji decyzyjnej,
- budowa modelu matematycznego opisanej sytuacji decyzyjnej,
- wybór odpowiedniego algorytmu wyznaczania rozwiązania optymalnego oraz rozwiązanie zadania,
- analiza wrażliwości rozwiązania zadania optymalizacyjnego,
- weryfikacja modelu,
- wdrożenie rozwiązania.

Model decyzyjny związany z przypisaniem pracy człowiekowi lub maszynie – robotowi, uwzględniający różne kryteria, opisuje w swoich badaniach Mertens i Schlick (2016).

Pierwszym kryterium jest wykonalność zadania. Człowiek ze względu na swoje ograniczenia psychofizycznie nie jest w stanie wykonywać niektórych operacji z użyciem siły wykraczającej poza jego możliwości i ustanowione przez zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii reguły. Robot także może mieć swoje ograniczenia, np. w kwestiach manipulacyjnych czy warunków, w jakich może pracować, są one jednak znacząco inne od ograniczeń człowieka.

Drugim kryterium jest dostępność w danym miejscu i czasie. Jest to parametr związany z mobilnością oraz zasobami czasu niezbędnymi do przeprowadzenia danej operacji, biorący pod uwagę także czas niezbędny do wykonania danej operacji, a więc wydajność człowieka i robota.

Trzecim kryterium jest oczywiście koszt mierzony roboczogodziną.

Modele decyzyjne są także pomocne w kształtowaniu środowiska pracy, niezależnie, czy mówimy tu o zastosowaniu robota, czy człowieka. Oczywiście, w wymiarze ludzkiego

zaangażowania jest to o wiele bardziej złożone zagadnienie, ze względu na możliwe konsekwencje, które dotyczą ludzkiego organizmu. Modele służą do podjęcia decyzji na podstawie wcześniej zebranych danych. Mogą dotyczyć optymalizacji warunków pracy ze względu na chociażby występujące czynniki materialnego środowiska pracy. Takie badania przeprowadzili Buczaj i Pawlak (2008), wykorzystując podejście oparte o notację UML (Unified Modelling Language), opisując 9 grup i 184 parametry stanowiska pracy operatora. Mierzwia (2015), w swojej pracy doktorskiej, jako jeden z celów, opracował model zarządzania jakością warunków pracy w przedsiębiorstwie.

Modele decyzyjne mają swoje zastosowanie także w doborze pracowniczym do wizualnej kontroli jakości. Jak zauważa Kang et al. (2017), brakuje opracowań klasyfikujących inspektorów jakości pod kątem ich umiejętności i przydatności do realizacji danego zadania inspekcyjnego. Kang et al. (2017), zaproponował model klasyfikacji oparty na trzech kryteriach, wyznaczając optymalną wartość zmiennych decyzyjnych, tj. liczbę inspektorów ze względu na ich umiejętności. Do kryteriów zaliczył:

- błędy inspekcji,
- ilość inspekcji,
- koszty inspekcji.

Model optymalizacji wielokryterialnej przedstawiony w badaniu, opiera się na podejściu stochastycznym, w celu określenia optymalnych wyników funkcji celu i zmiennych decyzyjnych. Pozwoliło to na programowanie celów do weryfikacji modelu optymalizacji na przykładach liczbowych. Po drugie rozważana jest analiza wrażliwości celem zilustrowania wpływu ilości na wydajność kontroli i optymalną kombinację zmiennej decyzyjnej.

Z kolei Ramzan et al. (2019), doszedł do wniosku, iż brakuje modeli decyzyjnych wspomagających dobór pracowniczego do kontroli jakości, zdefiniowany umiejętnościami inspektorów. Zaproponował wielokryterialny model optymalizacji, uwzględniający:

- koszt inspekcji,
- jakość wyjściową,
- ilość kontrolowaną.

Kontrolerów oceniono w trzech wariantach – o niskich umiejętnościach, średnich i wysokich. Oceny te bazowały na wydajności i błędach inspekcyjnych.

Ramzan i Kang (2015), przeanalizowali także model decyzyjny związany z umiejętnościami kontrolerów w aspekcie korzyści finansowych. Ocenili kontrolerów jako nisko, średnio i wysoko kwalifikowanych, oceniając ich pod kątem wydajności i omylności (błędów inspekcyjnych).

Powyższe modele uzyskały zadowalające wyniki w aspekcie kontroli jakości. Są jednak, zdaniem autora, zbyt ubogie, jeśli chodzi o samą ocenę cech kontrolerów i ich klasyfikację. Zdaniem autora, uwzględnienie warunków pracy, jak i trudności i istotności zadania kontrolnego, a także głębsza analiza związana z predyspozycjami kontrolerów, uwzględniająca ich pożądane cechy, będzie miała pozytywny wpływ na prawidłowe przeprowadzanie procesów wzrokowej kontroli jakości. Każdy człowiek inaczej bowiem reaguje na warunki w jakich się znajduje, ma inne cechy psychofizyczne i predyspozycje do różnych zadań. Dlatego w obszarach zarządzania ludźmi, doboru personelu, często mówi się o indywidualnych predyspozycjach zawodowych definiowanych dla różnych stanowisk, zadań i operacji w miejscu pracy.

1.5. Zagadnienie doboru pracowników do procesu wizualnej kontroli jakości

Istotą prawidłowego doboru pracowniczego do wizualnej kontroli jakości jest identyfikacja indywidualnych cech kontrolera, które mają kluczowe znaczenie w prawidłowym przeprowadzaniu wzrokowej kontroli jakości. Badacze w licznych pracach podjęli próby identyfikacji cech charakteryzujących idealnego kontrolera (Eklund, 1997; Drury, 1999; Douphrate, 2004; See, 2012; Bożek, Rogalewicz, 2013). Kolejnym krokiem w procesie zarządzania personelem, jest dopasowanie danego kontrolera do potrzeb wynikających ze specyfiki danego zadania kontrolnego, uwzględniające warunki, w jakich kontrola ta się odbywa oraz sam przedmiot kontroli – wyrób – jego cechy, złożoność, a także ilość, rodzaj, czy częstotliwość występujących błędów. Jak zauważa Ramzan (2015), wykorzystanie kontrolera o zbyt niskich umiejętnościach, a także o zbyt wysokich kompetencjach, prowadzi do strat finansowych przedsiębiorstwa, demotywacji personelu i kosztu utraconych korzyści. Aby można było odpowiednio dobrać pracowników do zadań wizualnej kontroli jakości, należy w

pierwszej kolejności zidentyfikować i ocenić najważniejsze cechy indywidualne, istotne w realizacji zadań przez pracowników Wzrokowej Kontroli Jakości.

Widianta, Rizaldi et al. (2018), w swojej pracy porównali przydatność wielokryterialnych metod wspomagania decyzji, takich jak AHP, TOPSIS, SAW i PROMENTHEE, do oceny pracowników. Wnioski z badań wskazują, iż każda z tych metod jest przydatna i daje dobre rezultaty. Metoda TOPSIS uzyskała największą dokładność, zaraz za nią uplasowała się metoda PROMENTHEE, SAW, i AHP. Metody te, w zakresie oceny i doboru personelu, łączy wspólna cecha – konieczność określenia ważności cech pracowniczych oraz dokonanie oceny, wystawienie not pracownikom z badanej grupy, w określonej skali.

Heidl, Thumfart, Eitzinger, Lughofer, Klement (2010) zauważyli, iż ogólny trend wskazuje, iż to kobiety są lepszymi kontrolerami jakości od mężczyzn. Wiener (1975), nie potwierdza tej tezy. Z kolei ani Thackray (1993), ani Heidl (2010), w przeprowadzonych badaniach nie zauważają takiej zależności. W kwestii wieku, niektóre badania z lat siedemdziesiątych wskazują, iż osoby starsze mają lepsze osiągnięcia w kontroli jakości. Może to być jednak podyktowane większym doświadczeniem (Fox, 1973; Bloomfield, 1975). Także wyniki badań przeprowadzonych przez Ulutas, Özkan i Michalskiego w procesach kontroli jakości w branży artykułów gospodarstwa domowego (2020), wskazują na różnice między ekspertem, a początkującym kontrolerem, wynikające w dużej mierze ze sposobu przeprowadzania procesu kontroli – oględzin wyrobu. Prace innych autorów (Wales et al., 2009; See, 2012) wskazują coś zupełnie odwrotnego - młodsze osoby osiągają lepsze rezultaty, co może być z kolei efektem lepszej kondycji wzroku.

W doniesieniach literaturowych, także znaczenie ostrości wzroku nie jest jednoznacznie określone (See, 2012). Według Drury i Watson (2002), wzrok nie jest skorelowany z wydajnością kontrolera jakości. Jak twierdzi Wiener (1975), wzrok ma znaczenie w przypadku osób mających problemy z ostrością widzenia.

Nieco bardziej jednoznaczne wyniki dotyczą badań korelacji pomiędzy inteligencją kontrolerów jakości, a prawidłowym przeprowadzaniem przez nich zadań kontrolnych. Gallwey (1982), wykazał, że inteligencja jest ważnym czynnikiem wydajności inspektorów. Istotnym jest także umiejętność koncentracji uwagi (Wang, Drury, 1989), czy uzdolnienia (Drury, Watson 2002).

Thackray (1993), opisuje osobowość kontrolera jakości, w kontekście wpływu na prawidłowe prowadzenie procesu wzrokowej kontroli jakości, wykazując, że ma ona znaczenie chociażby w aspekcie czasu w jakim możliwe jest przeprowadzenie kontroli.

McCornack (1961), badał znaczenie doświadczenia w procesie wzrokowej kontroli jakości, i wskazał na brak jego wpływu na prawidłowość realizacji. McCallum, Bittner, Rubinstein, Brown, Richman i Taylor (2005), badając kontrolerów bagażu na lotnisku, wykazali iż taka zależność występuje. Rebsamen, Boucheix, Fayol (2010) potwierdzili tę zależność, wykazując także, iż pracownicy mniej doświadczeni wykazują więcej ostrożności w podejmowaniu decyzji dotyczących klasyfikacji wyrobów. Doświadczenie, zdaniem See (2012), może mieć negatywny wpływ na wzrokową kontrolę jakości, także ze względu na przyzwyczajenia kontrolera. W sytuacji, kiedy ilość błędów wzrasta, kontroler może tego nie zauważyć, sugerując się dotychczasowym poziomem braków oraz ich lokalizacją (Kane, Moore, Ghanbartehrani, 2010).

Kujawińska, Vogt i Hamrol (2016), zauważają, że zróżnicowanie wśród ludzi wykonujących zadania wizualnej kontroli jakości może wynikać nie tylko z temperamentu, osobowości, umiejętności, zdolności, decyzyjności czy ograniczeń fizycznych lub psychicznych, ale także ze zróżnicowanego postrzegania otaczającego świata. Jest to, zdaniem autorów, silnie powiązane z odbiorem bieżących wydarzeń, różnymi pragnieniami, aspiracjami i potrzebami ludzi. Ci sami autorzy przeprowadzili badania oceniające motywację kontrolerów jakości z wykorzystaniem badania ankietowego, w zakresie określenia czynników motywacyjnych, ich znaczenia i wpływu na realizację procesu kontroli jakości. Pytania ankietowe postawione przez autorów w badaniach zawierały się w trzech grupach i dotyczyły motywacji zewnętrznej, wewnętrznej i hubrystycznej. Badania wykazały, iż osoby posiadające motywację zewnętrzną mają mniejszą tendencję do samokontroli, a osoby z motywacją wewnętrzną dążą do ciągłej kontroli i poprawy swoich działań.

Każde z powyższych rozważań literaturowych, oparte na badaniach naukowych ma swój udział w określeniu prawidłowego doboru pracowników do zadań wizualnej kontroli jakości. Autor w niniejszej dysertacji podjął się określenia ważności poszczególnych, zidentyfikowanych cech oraz przeprowadził badania oceniające kontrolerów pod kątem posiadania tych właśnie cech. Pozwoliło to na opracowanie zagregowanego wskaźnika doboru kontrolera do realizacji pracy wizualnej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Przybliżenie zawodu kontrolera jakości pozwoli także zrozumieć z na czym polega praca kontrolerów WKJ.

1.5.1. Charakterystyka zawodu kontrolerów jakości

Zawód kontrolera jakości jest formalnym zawodem opisanym w Krajowym Standardzie Kompetencji Zawodowych jako „kontroler jakości wyrobów mechanicznych” (MPiPS 2013). W 2018 MRPiPS wydało z kolei informator o zawodzie „Kontroler jakości wyrobów przemysłowych (311937)”, w ramach projektu *Rozwijanie, uzupełnianie i aktualizacja informacji o zawodach oraz jej upowszechnianie za pomocą nowoczesnych narzędzi komunikacji – INFODORADCA+*. Zawód ten funkcjonuje najczęściej w strukturach działu zapewnienia jakości, działu zarządzania jakością, bądź w ramach poszczególnych działów produkcyjnych – np. kontroler jakości przyjęcia surowców, kontroler jakości magazynu wyrobu gotowego, czy kontroler jakości wytwarzania. Zwyczajowo (wg MRPiPS, 2018), stanowisko to jest różnie nazywane: defektoskopista, jakościowiec, kontroler, pomiarowiec.

Kontroler jakości wyrobów przemysłowych (wg MRPiPS, 2018) ocenia zgodność wyrobów przemysłowych, np. mechanicznych, elektrycznych, elektronicznych z dokumentacją techniczną i obowiązującymi normami. Analizuje przyczyny zaistniałych niezgodności i sporządza wnioski korygujące w zakresie wyrobu lub jego partii. Oczywiście mowa o dedykowanych stanowiskach kontrolera, bowiem w wielu przedsiębiorstwach istnieje także forma samokontroli wykonywanej przez pracowników – jako dodatkowa czynność, w ramach jednego stanowiska pracy. Kontroler jakości (MPiPS, 2018) ma za zadanie sprawdzać kształty, wymiary i warunki techniczne wykonania, a także rodzaj i jakość zastosowanego materiału z dokumentacją techniczną wyrobu i obowiązującymi normami. Pracuje w obszarze produkcji wyrobów gotowych, przy kontroli międzyoperacyjnej (działania kontrolne podejmowane są w trakcie procesu wytwarzania i związane są z oceną stopnia spełnienia wymagań jakościowych półproduktów).

W klasyfikacji międzynarodowej (Międzynarodowy Standard Klasyfikacji Zawodów ISCO-08), kontroler jakości wskazany jest w grupie 3119 *Technicy nauk fizycznych i inżynierskich, gdzie indziej niesklasyfikowani (Physical and engineering sciences technicians not elsewhere classified)*.

Zdaniem autora, równie istotna jak powyższe, jest klasyfikacja wg ESCO, (Europejska Klasyfikacja Umiejętności/kompetencji, Kwalifikacji i Zawodów, 2021). Pod kodem 7543.9 znajduje się opis zawodu Kontroler Jakości Wyrobów. Pod kodem 7543.8, opis zawodu Klasyfikator Wyrobów Przemysłowych, którego zadaniem według dokumentu jest

prewencyjna i operacyjna kontrola jakości produktów i zasobów. Zadanie kontrolera polega na sprawdzeniu, klasyfikacji i ocenie materiału na różnych etapach, celem oceny zgodności z normą i, w razie potrzeby, przesłanie produktu do naprawy lub ulepszenia. Rozwijając tę klasyfikację do kodu 7543.8.1, znajdziemy opis zawodu Klasyfikatora Wyrobów Drewnopochodnych, którego zadaniem jest kontrola gotowych wyrobów drewnopochodnych pod kątem jakościowym, a więc np. niepełnego sklejenia, wypaczenia lub skazy.

Organizacja pracy kontrolera jakości uzależniona jest od miejsca pracy, wykonywanych zadań czy liczby osób zatrudnionych w przedsiębiorstwie. Praca wykonywana jest indywidualnie lub zespołowo i z reguły jest nadzorowana. Trwa zwykle 8 godzin, a tam gdzie występuje konieczność utrzymania ciągłości produkcji, w systemie jedno lub dwuzmianowym, wliczając niedzielę i święta.

Do zadań kontrolera jakości, wg. Klasyfikacji Zawodowej Krajowego Standardu Kompetencji Zawodowych (MRPIPS, 2018), zaliczyć należy:

- a) Organizowanie stanowiska pracy, w tym przestrzeganie zasad BHP, ochrony ppoż., ochrony środowiska,
- b) Kontrolowanie zgodności wykonanego wyrobu mechanicznego z dokumentacją techniczną,
- c) Sprawdzanie działania wyrobu mechanicznego i ocena jego zgodności z dokumentacją techniczną i zamówieniem klienta,
- d) Ocenianie jakości materiałów do produkcji wyrobów mechanicznych i sporządzanie wniosków korygujących,
- e) Analizowanie procesu technologicznego wykonania wyrobów mechanicznych i sporządzanie wniosków dla poprawy jakości wyrobów,
- f) Analizowanie dokumentacji technicznej wyrobów mechanicznych oraz sporządzanie wniosków dla poprawy jakości wyrobów,
- g) Testowanie prototypów i sporządzanie wniosków w celu poprawy jakości nowych wyrobów,
- h) Nadzorowanie pracy pracowników w zakresie kontroli jakości wyrobów i sprzętu pomiarowo-kontrolnego.

Wśród kompetencji społecznych kontrolera jakości, wymienić należy (Kompetencje społeczne wg Krajowego Standardu Kompetencji Zawodowych):

- ponoszenie odpowiedzialności za realizację powierzonych zadań w zakresie kontroli jakości,
- częściowo samodzielną pracę,
- współpracę w zorganizowanych warunkach,
- postępowanie etyczne podczas kontroli wyrobów,
- ponoszenie odpowiedzialności za swoje decyzje.

Ze względu na ciągły kontakt ze współpracownikami, kontroler musi mieć predyspozycje i umiejętności do pracy z ludźmi, pracy zespołowej oraz umiejętność podporządkowania się przełożonym. Powinien być osobą niezależną i samodzielną w myśleniu. Niezbędny jest dobry wzrok, prawidłowe rozpoznawanie barw, rozróżnianie szczegółów pracy wzrokowej, widzenie stereoskopowe, prawidłowe pole widzenia, dobra koordynacja wzrokowo-ruchowa oraz sprawność zmysłu równowagi. Równie istotny jest dobry słuch (możliwość korekcji za pomocą aparatu słuchowego) oraz zmysł dotyku. Wymagana jest sprawność podstawowych układów: krążenia, oddechowego, nerwowego, mięśniowego oraz kostno-stawowego i ogólna dobra sprawność fizyczna (Kujawińska, Vogt, Hamrol, 2016).

Selekcja kandydatów na stanowisko kontrolera jakości opiera się na ocenie odpowiednich umiejętności i specjalistycznej wiedzy oraz predyspozycji psychofizycznych. Dla kontroli organoleptycznej znaczenie ma dobry wzrok (sposrzegawczość) i pamięć, a także zdolności do wielozadaniowości (multitasking), systematyczność i cierpliwość oraz odpowiednia motywacja.

Mimo szerokiego opisu zadań oraz cech, jakie powinny charakteryzować kontrolera jakości, trudno jest znaleźć w literaturze przedmiotu metodę doboru kontrolera jakości. Z praktyki przemysłowej wynika, iż kontrola kontroli jest nierówna. Nie zawsze potrzebujemy wysoko wyspecjalizowanego, idealnego kontrolera. Niekiedy sama kontrola jakości prowadzona jest jako czynnik oddziaływania psychologicznego na pracowników produkcyjnych, uświadamiając im, że wszelkie niezgodności zostaną wykryte. Z drugiej strony w niektórych sytuacjach to od ostatecznej kontroli jakości może zależeć życie i zdrowie człowieka – np. w branży wyrobów medycznych, samochodowej czy lotniczej.

Badania w niniejszej dysertacji, w powyższym obszarze zmierzają do identyfikacji cech składających się na idealny profil kontrolera.

1.5.2. Pożądane cechy kontrolerów jakości

Wśród pożądanych cech kontrolera jakości wskazać należy umiejętności osobiste, które odróżniają przeciętnych inspektorów od wybitnych (Tomic, 2016). Kontroler jakości musi być:

- uważny,
- obiektywny,
- zorientowany na szczegóły.

Dobry kontroler cechuje się także odpowiedzialnością i rozliczalnością wykonywanych obowiązków. Zdaniem Tomica (2016), kontroler powinien być dokładny, bezbłędny, analityczny, spójny, pewny, rzetelny i zorganizowany.

Zdaniem Vogt i Kujawińskiej (2013), znaczenie mają czynniki psychofizyczne, wśród których uwzględnić należy:

- wiek,
- płeć,
- spostrzegawczość,
- doświadczenie,
- temperament,
- kreatywność.

Szymankowska (2009), dodaje do powyższego zestawienia także:

- wiedzę,
- zdolności,
- umiejętności,
- zdrowie,
- postawy i wartości,
- motywację.

Wymagania stawiane kontrolerom jakości, wg *Krajowego Standardu Kompetencji Zawodowych. Kontroler Jakości Wyrobów Mechanicznych, 311502 - MPiPS 2013*, koncentrują się na:

- dobrym wzrokiem,

- dokładności,
- odróżnianiu barw,
- zdolności koncentracji,
- odporności na stres,
- umiejętności pracy pod presją czasu,
- uzdolnieniach technicznych i organizacyjnych,
- komunikatywności,
- samokontroli,
- innowacyjności,
- otwartości.

Według “Informacji o zawodzie” (MPiPS, 2018), wśród wymagań psychofizycznych należy wymienić:

- sprawność układu kostno-stawowego,
- sprawność narządu wzroku,
- sprawność narządu słuchu,
- sprawność zmysłu dotyku i węchu.

W kategorii sprawności sensomotorycznych wymienia się:

- koordynację wzrokowo-ruchową,
- rozróżnialność barw,
- spostrzegawczość,
- ostrość słuchu,
- ostrość wzroku,
- szybki refleks,
- powonienie.

W kategorii sprawność i zdolność, wyróżnia się:

- zdolność koncentracji uwagi,
- podzielność uwagi,
- rozumowanie logiczne,

- zdolność współdziałania,
- uzdolnienia techniczne,
- zdolność organizacji pracy własnej i nadzorowanego zespołu.

W kategorii cech osobowościowych:

- odpowiedzialność,
- dokładność,
- samodzielność,
- samokontrolę,
- gotowość do pracy w warunkach monotonicznych,
- łatwość przechodzenia z jednej czynności do drugiej,
- wytrwałość i cierpliwość,
- dociekliwość i skrupulatność.

W zawodzie tym, według MPiPS (2018), możliwe jest zatrudnienie osób niepełnosprawnych, co jest bardzo istotne, biorąc pod uwagę spadek demograficzny oraz potrzebę integracji osób z niepełnosprawnościami. W projektowaniu odpowiedniego stanowiska pracy dla osób niepełnosprawnych, można posłużyć się wskazówkami, zamieszczonymi w publikacji „Ergonomia niepełnosprawnym: środowisko pracy”, J. Lewandowskiego (2000).

Według MPiPS (2018), na stanowisku kontrolera jakości mogą znaleźć zatrudnienie osoby:

- z niewielką dysfunkcją kończyn dolnych, która nie wyklucza stania, chodzenia, w tym samodzielnego przemieszczania się,
- z dysfunkcją narządu wzroku, jeśli posiadana wada jest skorygowana odpowiednimi szklami optycznymi lub soczewkami kontaktowymi zapewniającymi ostrość widzenia,
- z niewielką dysfunkcją narządu słuchu – pod warunkiem, że niepełnosprawność jest możliwa do skorygowania aparatem słuchowym.

Warto zwrócić uwagę także na informacje dotyczące warunków pracy, określone w informatorze zawodowym (MPiPS, 2018). Charakteryzowane są poprzez dobre oświetlenie,

wentylację i temperaturę – odpowiednie do wymagań dla użytkowanego sprzętu, urządzeń kontrolno-pomiarowych i testujących.

W zakresie zagrożeń mających wpływ na bezpieczeństwo pracy, wyróżniono narażenie na hałas, wibracje i zapylenie – w przypadku pracy w pomieszczeniach produkcyjnych. Ze względu na pozycję przy pracy oraz wykonywanie stałych i powtarzalnych czynności, kontroler jakości może być narażony na urazy kostno-stawowe.

Zdaniem autora, dostępne, przywołane publikacje opisujące stanowisko, predyspozycje i zadania kontrolera jakości, podają bardzo ogólne wytyczne, które w obszarze potrzeb zarządzania personelem WKJ są niewystarczające. Nie wspominają w żadnym stopniu o istotności czy trudności w realizacji procesu wzrokowej kontroli jakości, nie dając tym samym pełnego obrazu sytuacji – ani wytycznych, z czym ta praca się wiąże.

1.6. Trudność i istotność wzrokowej kontroli jakości

Jednym z istotnych aspektów wzrokowej kontroli jakości, mających wpływ na jej prawidłowe przeprowadzenie jest trudność i istotność kontroli. Wychodząc z punktu widzenia zapewnienia jakości, rozumianej jako spełnienie wymagań i oczekiwań klienta, należy zwrócić uwagę na fakt, iż ta sama wada może być akceptowana i nieakceptowana. Są klienci, którzy akceptują pewne niedoskonałości w wyrobie, ze względu na późniejsze wykorzystanie wyrobu, przy odpowiedniej cenie i warunkach współpracy. Z kolei inni odbiorcy danej wady nie akceptują. Ma to przełożenie na procesy wzrokowej kontroli jakości, odpowiedni dobór parametrów procesu, ludzi czy środowiska pracy.

Z punktu widzenia producenta, wzrokowa kontrola jakości prowadzona jest w procesie z wielu pobudek. Może mieć za zadanie realne wychwycenie wyrobów niezgodnych i taka jej rola jest najczęstsza, ale może także wynikać z wymagań normatywnych czy audytowych, bądź szczegółowych wymagań klienta. Kontrole wzrokowe prowadzone na przykład przez niezależne jednostki inspekcyjne, często mają za zadanie weryfikację jakości wyrobów pod względem spełnienia wymagań i oczekiwań klienta przed ich wysyłką. Tzw. kontrole Pre-Shipment Inspection (PSI), prowadzone przez wyspecjalizowanych kontrolerów WKJ, zabezpieczają odbiorcę przed wyrobami niespełniającymi wymagań, jeszcze w trakcie procesu wytwarzania (często na poziomie zrealizowania 20% wielkości zamówienia, a następnie 80-100%).

Różnice w ocenie wyrobu przez różnych kontrolerów jakości, mają odpowiednie skutki. Począwszy od zróżnicowanej wadliwości wyrobów, przez aspekty kosztowe, na niezadowolonych klientach skończywszy. Stąd istotne jest określenie stopnia trudności i istotności danego procesu wzrokowej kontroli oraz odpowiedni dobór kontrolerów, przy zapewnieniu warunków pracy pozwalających na realizację danego zadania kontrolnego.

Na trudność WKJ składają się przede wszystkim atrybuty techniczne wyrobu, takie jak (Stadhaus 1997; Wilhelmsen et al., 2002; Dalton i Drury, 2004; Fleck, Mitroff, 2007; Rao et al., 2009 ; Kane et al., 2009; Bożek, 2013; Williams, 2017):

- skomplikowanie wyrobu,
- złożoność, struktura wyrobu,
- liczebność, rodzaj i wielkość wad w wyrobie,
- rodzaje występujących oraz mogących wystąpić błędów/wad,
- powtarzalność wad,
- częstotliwość występowania błędów,
- różnorodność wad,
- umiejscowienie w wyrobie.

Istotny jest także wpływ przeoczenia wady na kolejne operacje, klienta finalnego, a także możliwość wykrycia wady w kolejnym etapie procesu. Często firmy stosują różnego rodzaju narzędzia, celem określenia możliwych wad i ich skutków. Jedną z takich metod jest chociażby analiza FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) wyrobu i procesu, szacująca prawdopodobieństwo wystąpienia danego niepożądanego zdarzenia, jego częstotliwość, skutek oraz możliwości zabezpieczenia przed jego wystąpieniem.

Kujawińska i Vogt (2013) w grupie czynników technicznych wpływających na skuteczność wzrokowej kontroli jakości, umiejscawia typ i złożoność przedmiotu kontroli, typ defektu i umiejscowienie (znany/nieznany, tylko zakładany), rodzaj wad, widoczność wady, poziom wadliwości, standardy (sprawdziany) oraz automatyzację procesu kontroli.

See (2012) wymienia takie cechy wyrobów, jak:

- a) wskaźnik wad – wyrażony prawdopodobieństwem wystąpienia wadliwego wyrobu w danej partii. Jest on akceptowalny na różnych poziomach w zależności od ryzyka, jakie ze sobą niesie. Zdaniem Wiener (1984), wskaźniki defektów wahają się od 0,01%

dla broni atomowej przez 0,2% dla monet po 4% dla ciasta z dżemem. W przypadku niskich wartości, inspektorzy mogą skontrolować setki lub tysiące części, zanim natrafią na wadę.

- b) typ wady – obejmujący zarówno różnorodność wad, jak i liczbę możliwych rodzajów błędów. Kontrolerzy jakości zazwyczaj muszą szukać wielu różnych wad jednocześnie, z których niektóre mogą być niejednoznaczne i trudne do zdefiniowania a priori. Zauważa się (Dalton i Drury, 2004), iż wydajność kontroli spada wraz ze wzrostem liczby i rodzajów defektów. W dużej mierze jest to podyktowane ograniczeniami ludzkiej pamięci.
- c) istotność wady – odnosi się do jej wyrazistości i wykrywalności na tle szumu (także tła). Wydajność kontroli zazwyczaj jest wyższa, gdy błędy są łatwe do wykrycia, widoczne. Badania Geuer, Patel i Perry (1979), wykazały w badaniach symulacyjnych, iż różnica w istotności defektów w omawianym przez autorów przypadku wynikała z wrażliwości percepcyjnej inspektorów.
- d) lokalizacja wady – rozumiana jako umiejscowienie wady na płaszczyźnie wyrobu, jej dostępność dla inspektora. Badania wykazują, iż lokalizacja defektów ma niewielki wpływ na poziom wykrywalności, jeśli ogólnie lokalizacja ta jest znana. Wiemy, gdzie wada może wystąpić. Kane, Moore i Ghanbarteherani (2009), zauważają, iż lokalizacja może wpływać na wyniki kontroli, jeśli inspektorzy sugerują się wcześniejszymi doświadczeniami.
- e) złożoność wyrobu – definiowana jest wielorako, w zależności od charakteru produktu. Można założyć, iż złożony element przedstawia więcej części lub podzespołów do kontroli. Wydajność kontroli spada wraz ze wzrostem złożoności wyrobu.
- f) standardy obowiązujące dla wyrobu – definiowanie wad również wpływa na wydajność inspekcji. Definicja koncentruje się zarówno na samym konkretnym opisie wady oraz na wszelkich standardach pozwalających zdefiniować wadę w odniesieniu do dobrych produktów. Brak jasno zdefiniowanych błędów, przyczynia się do słabej wydajności kontroli i może prowadzić do subiektywizacji procesu kontroli. W efekcie różni kontrolerzy w różny sposób oceniają ten sam wyrób. Ogólnie, standard

powinien jasno określać różnice pomiędzy wyrobem akceptowanym i nieakceptowanym.

Jasica i Heinrich (2008), wskazują na dobór kontroli uzależniony od kryterium ważności cechy kontrolowanej. W swojej pracy określają cechy jako krytyczne, bardzo ważne, ważne i mało ważne. W tej samej pracy określają jakość poszczególnych wyrobów przez pryzmat cech istotnych dla klienta – a więc jakość wyrobu jest iloczynem cechy wyrobu oraz wskaźnika ważności cech w danej liczbie cech. Autorzy sugerują, iż kontrola jakości powinna się koncentrować na najważniejszych cechach wyrobu, w których występuje największa ilość problemów – co można stwierdzić wykorzystując analizę i diagram Pareto-Lorentza.

Bożek, Rogalewicz (2013) w swoim artykule oraz Bożek (2019) w pracy doktorskiej, warunkują kontrolę jakości ze względu na jej koszty. Autorzy zaproponowali model pomocny przy podejmowaniu decyzji w zakresie zasadności (opłacalności) stosowania kontroli jakości, umiejscowienia KJ w procesie wytwarzania, formy KJ (samokontrola, kontrola wydzielona, specjalna) oraz wymagań dotyczących skuteczności KJ. W rozważaniach literaturowych Bożek (2013) zwraca uwagę na takie czynniki, jak skuteczność kontroli, skutki przejścia niezgodności lub wady do kolejnej operacji, możliwości usuwania niezgodności lub wady powstałej w danej operacji, a więc swoiste krytyczne punkty kontroli.

Krytyczne punkty kontroli pojawiają się w standardach i dobrych praktykach, jak chociażby w HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point). Standard dla branży przemysłu spożywczego, już w samej swojej nazwie zwraca uwagę na krytyczne punkty kontroli i przeprowadzenie analizy zagrożeń (Mortimore, 2021). Nakłada na producenta obowiązek przeprowadzenia analizy występowania błędów i braków – zagrożeń w procesie produkcyjnym oraz odpowiednie zaprojektowanie procesów kontrolnych na poszczególnych etapach wytwarzania. Kluczowym aspektem jest wpływ nie wykrytego błędu na kolejne, następujące po sobie procesy/operacje oraz możliwość wychwycenia błędów w kolejnych operacjach, etapach procesu wytwarzania. Negatywny wpływ i/lub brak możliwości wykrycia błędu w kolejnych fazach procesu, definiuje krytyczny punkt kontroli.

Istotność wzrokowej kontroli jakości rozumiana jest w niniejszej pracy przez pryzmat skutków ujawnienia się niezgodności lub wady w wyrobie przekazanym do klienta. Drugim wariantem jest przypadek kontroli międzyoperacyjnej i skutków dla kolejnych operacji, etapów czy procesów produkcyjnych występujących po danym etapie kontroli, a także możliwość wykrycia danej wady na późniejszych etapach wytwarzania. Niektóre wady mogą

okazać się krytyczne i mieć tragiczny w skutkach wpływ na klienta. Zależne jest to w dużej mierze od branży, rodzaju wyrobu i rodzaju wady. W branży automotive, medycznej czy budowlanej, niewychwycone przez kontrolera jakości błędy mogą prowadzić do uszczerbku na zdrowiu, a nawet śmierci. W innych przypadkach dostarczenie wyrobu niezgodnego może być przyczyną reklamacji, niezadowolenia klienta i generować wysokie koszty dla przedsiębiorstwa – zarówno finansowe jak i poza finansowe, związane chociażby z utratą wizerunku.

O trudności i istotności procesu wzrokowej kontroli jakości, powinien decydować sam producent. Znając swoje procesy wytwarzania, klientów, branże i ryzyka, powinien ocenić, na ile dany proces WKJ jest trudny do realizacji oraz istotny. Z pomocą w ocenie trudności i istotności WKJ, może przyjść opracowana przez autora lista pytań, przedstawiona w części badawczej pracy, w rozdziale 3.5.

W branży wyrobów drewnopochodnych, wzrokowa kontrola jakości dotyczy oceny powierzchni wyrobów. Scotti i Rovieri (2005), dzielą w swojej publikacji defekty w wyrobach drewnopochodnych na dwie główne grupy. Do pierwszej grupy zaliczają wady druku (związane z procesem drukowania papieru), a wśród nich wady kształtu i koloru. Drugą grupę stanowią wady mechaniczne, powstałe w dalszych procesach – obróbczym, transportowym, wśród których wyróżniamy zabrudzenia, zarysowania, wtrącenia czy uszkodzenia.

Wyroby drewnopochodne są to wyroby proste pod względem konstrukcyjnym, ale trudne pod względem wykrycia wad powierzchniowych w postaci rys, przebarwień, zabrudzeń czy wtrąceń. Trudność ta wynika z licznych, wielobarwnych dekorów, odcieni i struktur wyrobu, opisanych w rozdziale 1.2. niniejszej pracy. Istotność kontroli polega także na podejściu klientów do wad. Liczni klienci o zróżnicowanych wymaganiach mają różne podejście do jakości powierzchni. Dopuszczenie błędów warunkowane jest jego lokalizacją w wyrobie gotowym. Przykładowo w meblach dopuszczalna ilość i rodzaj błędów uzależniona jest od miejsca jego wystąpienia – położenia. Wszystkie powierzchnie widoczne dla użytkownika po złożeniu mebla muszą być idealne – fronty szaf, blaty biurek czy czoła szuflad. Powierzchnie będące poza wzrokiem w trakcie użytkowania, mogą mieć nieliczne, drobne wady, np. dno szuflady, dół wieńca górnego szafy, czy tylna ściana - tzw. strona B elementu wyrobu.

Najwięksi producenci mebli wysokiej jakości wymagają stu procentowej bezbłędności powierzchni płyt. Dysponując zautomatyzowanymi procesami rozkroju płyty pod konkretne elementy mebla, nie mają możliwości ani czasu na selekcję płyt drewnopochodnych i jej

rozdzielanie, wskazując który fragment będzie wchodził w skład widocznej części mebla, a który niewidocznej.

Klienci produkujący w systemach ręcznego (bądź semiautomatycznego) rozkroju płyty, często nie mają problemu z akceptacją płyt z niewielkimi brakami. W trakcie przygotowywania procesu produkcji mebli, płyty bezbłędne (bądź ich bezbłędne fragmenty) przeznaczają na produkcję frontów czy blatów, a pozostałe fragmenty z dopuszczalnymi defektami na produkcję elementów mniej widocznych.

Producent płyt drewnopochodnych wytwarza wyroby zazwyczaj na kilku liniach technologicznych, produkując wyroby pod konkretne zamówienia. Część wyrobów, tzw. standard, produkowany jest na magazyn, głównie w celach utrzymania ciągłości procesu wytwarzania. Podział płyt, ich klasyfikacja, powiązany jest także z ceną finalną wyrobu, a więc zyskiem przedsiębiorstwa. Decyzja o przeznaczeniu wyrobu dla bardziej lub mniej wymagającego klienta, zapada na etapie wzrokowej kontroli jakości, jako finalnej kontroli warstwy wierzchniej płyty, realizowanej w określonych warunkach pracy.

1.7. System wzrokowej kontroli jakości

1.7.1. Ogólna charakterystyka środowiska i stanowiska pracy w wizualnej kontroli jakości

Duże znaczenie w przeprowadzaniu procesu kontroli jakości przez człowieka, mają warunki pracy. Jak dowodzi Kowalik w swojej dysertacji doktorskiej (Kowalik, 2008), na pracę człowieka w dużej mierze wpływa środowisko pracy, a w szczególności hałas, oświetlenie oraz monotonia pracy. Do podobnych wniosków doszedł Yeow, Sen (2015). Z kolei Kowal i Gabryelewicz (2015), wykazują, iż kultura przedsiębiorstwa i uwarunkowania społeczne mają wpływ na kształtowanie bezpiecznych warunków w pracy. Badania autora, publikowane w artykule „Poprawa ergonomii miejsca pracy, a skuteczność wizualnej kontroli jakości, studium przypadku” (Wachowiak, Kujawińska, 2014), także potwierdzają tę tezę. Przeprowadzone w 2004 roku badania Yeow i Sen (2004), wykazały, iż interwencja ergonomiczna przyczyniła się do redukcji błędów w kontroli jakości. Można zatem stwierdzić, iż w systemie wzrokowej kontroli jakości, ergonomia odgrywa znaczącą rolę.

We współczesnym ujęciu, ergonomia jest uważana za naukę stosowaną, wkraczającą w coraz szerszy zakres aktywności człowieka. Wynika z tego mnogość definicji opisujących czym obecnie jest ergonomia. Cechą wspólną, pewnym rodzajem mianownika tych wszystkich

definicji pozostaje dążenie człowieka do przystosowania otoczenia do własnych możliwości, potrzeb i ograniczeń. Jedną z najczęściej powtarzających się definicji, jest ta zaproponowana przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Ergonomiczne IEA (www.iea.cc, 2016). W definicji tej, ergonomia przedstawiona jest jako dyscyplina naukowa, skupiająca się na zrozumieniu interakcji jakie zachodzą między człowiekiem, a jego otoczeniem; jako nauka wykorzystująca teorie, zasady, dane i metody projektowania w celu optymalizacji dobra ludzkiego i poprawy ogólnych osiągnięć systemu, w którym człowiek działa. Obecnie ergonomię rozpatruje się w dwóch ujęciach: jako ergonomię korekcyjną i ergonomię koncepcyjną.

Głównym zadaniem ergonomii koncepcyjnej jest wnoszenie rozwiązań optymalnych ze względu na warunki pracy już na etapie projektowania maszyny, narzędzia, urządzenia czy stanowiska pracy. Odpowiednie z punktu widzenia ergonomii koncepcyjnej podejście do projektowania zakłada wykorzystywanie całego zakresu wiedzy dotyczącej charakterystyki człowieka, a więc różnego rodzaju danych antropometrycznych, normatywów stanowisk pracy, badań cech fizjologicznych i psychologicznych czy zastosowanie humanoidalnych modeli (Dahlke, Olszewski, 2016). Podejście takie ma charakter innowacyjny, wymaga myślenia perspektywicznego i odwagi w proponowaniu nowatorskich, nieszablonowych rozwiązań (Nowacka, 2010). Jej głównym celem jest ustawienie wzajemnych funkcji człowieka i maszyny w taki sposób, aby zapewnić danemu układowi maksimum wydajności i bezpieczeństwa, przy minimalnym wysiłku fizycznym i psychicznym pracownika.

Z kolei ergonomia korekcyjna skupia się na analizie już istniejących stanowisk pracy. Analiza ta polega na kontroli zgodności stanu rzeczywistego z uwarunkowaniami fizjologicznymi, anatomicznymi, biomechanicznymi i psychologicznymi potencjalnego użytkownika. Podczas kontroli stanowiska pracy pod uwagę brane są takie czynniki jak hałas, zapylenie, natężenie światła, obciążenie fizyczne dynamiczne i statyczne, obciążenie psychiczne pracownika. Wszelkiego rodzaju niezgodności wychwycone podczas tego procesu, powinny zostać szczegółowo opisane, a następnie w miarę możliwości usuwane. Usprawnienia mogą polegać na zmianie organizacji pracy, zmianie pozycji na stanowisku, reorganizacji przepływu danych czy mechanizacji bądź automatyzacji pracy. Zmiany te powinny być jednak wprowadzane stopniowo i pod czujnym okiem zespołu za to odpowiadającego, tak aby nie wprowadzały nowych niedogodności, a co za tym idzie zmniejszyły lub nawet niwelowały korzyści wynikające ze zmiany.

W kręgu zainteresowań ergonomii znajdują się takie elementy, jak (Kowalik, 2008):

- otoczenie bliskie – cechy przestrzenne stanowiska roboczego, organizacja stanowisk pracy, struktura organizacyjna zespołu ludzkiego i metody zarządzania, stosunki międzyosobnicze w zespole,
- fizjologia pracy – badanie wpływu pracy wykonywanej przez człowieka na jego ustrój jako całość, a także na funkcjonowanie jego organów i układów – jego bioenergetykę,
- psychologia pracy – psychika człowieka w toku pracy w celu zwiększenia wydajności i kształtowania ważnych dla pracy zawodowej cech osobowości,
- antropometria – zespół technik dokonywania pomiarów ciała lub szkieletu człowieka, umożliwia badanie zmienności jego cech. Pomaga właściwie dobierać parametry obiektów technicznych w zależności od wymiarów ciała,
- pozycja ciała przy pracy (uwarunkowana także wymiarami urządzeń technicznych jak i samym procesem pracy),
- rytm (powtarzalność) i tempo (szybkość ruchów) w pracy,
- monotonia pracy,
- przerwy w pracy,
- metody pracy,
- instrukcje i dane,
- nadzór,
- materialne czynniki środowiska pracy – w tym hałas, drgania mechaniczne, oświetlenie, promieniowanie, mikroklimat, zawartość gazów szkodliwych, par i pyłów, pole elektromagnetyczne, ciśnienie atmosferyczne,
- szkodliwe substancje chemiczne, organizmy biologiczne (grzyby, wirusy, priony czy pierwotniaki (Koradecka, 2008)).

Olszewski (1997) wskazuje na zastosowanie ergonomii w wielu dziedzinach działalności społecznej i praktycznej, koncentrując się na czterech zagadnieniach, takich jak ergonomia wyrobów masowego użytku, ergonomia a zadowolenie z pracy, ergonomia osób w starszym wieku czy społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii.

Górska i Lewandowski (2002), klasyfikują czynniki wpływające na człowieka w procesie pracy na trzy grupy:

- a) techniczne – w tym maszyny i urządzenia, środowisko pracy (ergonomia, higiena, przestrzeń robocza) oraz materialne środowisko pracy – oświetlenie, hałas, drgania mechaniczne, promieniowanie, komfort cieplny, zanieczyszczenia powietrza czy estetyka otoczenia,
- b) ekonomiczne – materialne, a wśród nich wynagrodzenie pracowników, dodatkowe premie i bonusy, szkolenia oraz niematerialne – awanse, przywileje, świadczenia pozapłacowe,
- c) społeczno-organizacyjne – współdziałanie w zarządzaniu, prestiż pracy, społeczna motywacja do pracy, a także uciążliwość pracy w rozumieniu obciążeń psychofizycznych, wypoczynek w pracy i metody pracy.

Niezależnie od rodzaju, wielkości, specyfiki, czy miejsca, w każdej organizacji występują czynniki charakteryzujące środowisko pracy. Zaliczyć do nich należy materialne środowisko pracy, charakteryzowane poprzez oświetlenie, mikroklimat, hałas, drgania mechaniczne, zanieczyszczenia, zapylenia czy emisję energii szkodliwej (Hamrol, Kowalik, Kujawińska, 2011), a także cechy przestrzenne stanowiska roboczego, organizację stanowiska, strukturę organizacyjną, metody zarządzania oraz stosunki międzyludzkie (Eklund, 2001). Czynniki te można ująć w jednej grupie – czynników ergonomicznych.

Stanowiska wzrokowej kontroli jakości, charakteryzowane są poprzez kilka kluczowych czynników ergonomicznych. Pierwszym z nich są czynniki **materialnego środowiska pracy**. Drury i Watson (2002), wskazują na **oświetlenie i hałas**, co również potwierdza Dalton i Drury (2004). See (2012) wymienia oświetlenie, hałas oraz porę dnia, wskazując na fakt, iż brakuje w literaturze doniesień na temat wpływu **temperatury** (mikroklimatu) na proces wizualnej kontroli jakości (See 2012). Kolejnym czynnikiem jest cykl dobowy, pora, w jakiej wykonywana jest praca. Drury i Watson (2002), wskazują spadek wydajności w porze nocnej, co potwierdzają Craig (1983), Wilhelmsen, Ostrom, Kanki (2002). McCallum et al. (2005), wskazuje na istotność **czasu**, niezbędnego na przeprowadzenie oceny wizualnej, co w skrajnych warunkach może prowadzić do **pośpiechu**. Do takich samych wniosków doszedł Drury i Fox (1975). Gallwey (1998), co potwierdza także Yeow i Sen (2020), zauważyli w swoich badaniach, iż w ciągu 30 minut wykrywalność błędów może spaść nawet o 40% w niektórych przypadkach. Do podobnych wniosków doszli Drury i Watson w 2002. Yeow i Sen (2020), zwracają także uwagę na przerwy w pracy, umożliwiające regenerację narządu wzroku, bądź

rotację w miejscu pracy, zmniejszającą **monotonię**. Czynniki te de facto także charakteryzują pracownika WKJ. Powinien on cechować się dobrym wzrokiem i posiadać wyostrzony zmysł obserwacji. Umiejętność koncentracji na wyszukiwaniu błędów w wyrobach pod presją czasu, i w różnych porach dnia i nocy to kolejne kluczowe cechy.

Rozważania literaturowe odnoszą się do stanowisk pracy, ich odpowiedniego zaprojektowania. Yeow i Sen (2004), potwierdzili, iż odpowiednio zaprojektowane, ergonomiczne stanowisko pracy, przyczynia się do prawidłowego przeprowadzenia wzrokowej kontroli jakości. Zdaniem autorów kluczowe znaczenie ma przyjmowana przez pracownika pozycja przy pracy. Do podobnych wniosków doszli Terrylyn, Narvaez i Norona (2021), w procesach wizualnej kontroli jakości w przemyśle lotniczym. Pozycji przy pracy przyjrzeni się Zubar i Alamoudi (2019), wykorzystując metodę REBA w ocenie wpływu pozycji przy pracy na realizację zadań w kontroli jakości w fabryce łożysk. Karuppiyah et al. (2020), po badaniach w fabryce produktów skórzanych, zauważają z kolei znaczący wpływ pozycji przy pracy na rozwój odczuwanego dyskomfortu przez pracowników, przejawiający się w formie dolegliwości mięśniowo szkieletowych. Dolegliwości te wpływają, zdaniem autorów, na realizację zadań wizualnej kontroli jakości. Stąd wniosek, iż równie ważna jak dobra kondycja zdrowotna, jest także umiejętność dostosowania przez pracownika wzrokowej kontroli jakości stanowiska pracy do swoich cech antropometrycznych i potrzeb. Olszewski (2011), wskazuje z kolei na aspekt rozwiązań ergonomicznych pozwalających na socjalną integrację osób z niepełnosprawnościami. Rozwiązania ergonomiczne, wpierające wymuszoną statykę stanowiska pracy opisuje w swoim artykule Suszyński, Butlewski i Stempowska (2017). Naqvi (1995), w swojej publikacji opisuje w jaki sposób unikać obciążeń statycznych wynikających ze stałych pozycji przy pracy poprzez:

- ograniczenie powtarzalnej pracy w celu zminimalizowania skumulowanych zaburzeń urazowych,
- ustawienie wysokości roboczej około 50 mm poniżej łokcia,
- wyposażenie każdego pracownika w regulowane krzesło,
- używanie stóp i rąk,
- używanie grawitacji i nie przeciwstawianie się jej,
- zachowanie momentum, czyli unikanie niepotrzebnego przyspieszania i zwalniania,
- wykonywanie pracy dwiema rękoma zamiast jedną ręką,

- używanie ruchów równoległych,
- używanie ruchów wiostowania do ruchów dwóch rąk,
- stosowanie ruchów obrotowych wokół łokcia,
- używanie preferowanej ręki,
- utrzymywanie ruchów ramion w normalnym obszarze roboczym,
- dopasowanie stanowiska do wymiarów antropometrycznych w zakresie 95 centyli dla kobiet i mężczyzn.

Z powyższego płynie jasny wniosek, iż diagnozowanie elementów układu człowiek-technika, a przede wszystkim badanie relacji występujących między tymi elementami, jako podstawa badań ergonomicznych, tworzą nową jakość systemową. Niezbędnym wydaje się stworzenie strategii wykorzystywania obiektów technicznych, w których oceniane efekty końcowe odnoszą się przede wszystkim do czynnika ludzkiego, a nie tylko do sprawności urządzeń (Butlewski, Sławińska, 2014). Diagnozowanie, jako rozpoznanie stanu rzeczy na podstawie objawów, symptomów lub cech, prowadzić może do celnych spostrzeżeń, wpływu otoczenia na człowieka, w ujęciu jego wydajności, czy skuteczności (Butlewski, Sławińska, 2014).

Autor przeanalizował literaturę w aspekcie związanym ze wskazanymi w rozdziale czynnikami warunkującymi prawidłowe przeprowadzenie procesu kontroli jakości. W analizie tej znalazły się również aspekty czynników determinujących prawidłowe przeprowadzenie procesu wizualnej kontroli jakości, przedstawione w rozdziale 1.3., których szerszy opis zaprezentowany jest poniżej.

Literatura przedmiotu wskazuje na fakt, iż wzrokowa kontrola jakości jest operacją powtarzalną, zagrożoną monotonią i motypią. Dlatego też zauważa się potrzebę doboru pracowników pod kątem ich zdolności do utrzymania koncentracji oraz odporności na zjawisko monotonii i motypii. W obszarze monotonii pracy, Wyk et al. (2018), prowadziła badania dla prac biurowych, wykazując, iż rotacja w pracy może obniżać monotonię. Badacze stawiają tezę, że praca powtarzalna i monotonna powoduje nudę, a nuda prowadzi do bezproduktywności, apatii i frustracji. Rissen (2006), opisuje negatywny wpływ monotonii na poziom hormonów, zaburzenia metabolizmu, problemy z sercem oraz ciśnieniem krwi. Badania kasjerek z wykorzystaniem elektromiografii i ankiet subiektywnych odczuć pracowników obejmowały odczucia wyrażane w opiniach pozytywnych – pobudzony,

skoncentrowany, szczęśliwy, jak i negatywnych: zestresowany, wyczerpany, spięty. Autor wykazał korelację pomiędzy badaniami EMG, a subiektywną oceną odczuć negatywnych. Warto zaznaczyć, iż do głównych narzędzi w zwalczaniu monotonii zaliczamy (Konarska, 2003), rotację w miejscu pracy, urozmaicenie treści pracy, ograniczenie liczby powtórzeń czynności, częstotliwości oraz czasu ich trwania, częstsze przerwy w pracy i zaplanowanie aktywności w czasie przerwy odmiennej od rutynowo wykonywanych czynności, czy zmianę realizowanych zadań przez pracownika.

Wpływ hałasu, jako kolejnego czynnika wskazywanego jako istotny dla procesów WKJ, został szeroko opisany w badaniach wielu autorów. Khajenasiri (2016), przeprowadził badania wpływu hałasu na realizację zadania roboczego, mierząc ilość popełnianych przez badanych błędów dla wartości 70, 90, 110 dbA. Pedersen (2010), przeprowadził badania w zakresie hałasu pomiędzy 30-60 dBA, oceniając średni poziom hałasu w odniesieniu do subiektywnych odczuć pracowników. Alshebli (2015), ocenił hałas w zakresach 85 – 95dBA. Subiektywnie, uczestnicy badania ocenili ten poziom jako wysoki. Wykazano także, iż w różnych krajach górna granica dopuszczalnego hałasu waha się w przedziale 85–90dBA Leq. Szalma i Hancock (2011 i 2012) wnioskuje, iż ludzie różnią się między sobą, mają różną wrażliwość na hałas. Podyktowane jest to zarówno zróżnicowaną czułością narządów słuchu, ale także różnicami w funkcjonowaniu układu nerwowego. Lewandowski (2000) z kolei zaznacza, iż w wielu publikacjach uznaje się związek pomiędzy hałasem, a wypadkami przy pracy.

Liczni, wyżej wymienieni autorzy zalecają badania subiektywnych odczuć indywidualnych pracowników, a nie tylko przyjmowanie ogólnych wytycznych wskazanych w normach, czy przepisach prawa w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy.

Kolejnym czynnikiem poruszonym w literaturze przedmiotu jest oświetlenie. Czynnikiem ten opisano m.in. w dokumentach normatywnych. Norma EN 12464-1:2022-01 *Światło i oświetlenie -- oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach*, różnicuje wartości zalecanego oświetlenia dla różnych branż i różnych stanowisk pracy. Wskazane wartości dla prowadzenia procesów wzrokowych wahają się znacząco w przedziale 700lx-1500lx. Różnica ta, przeszło dwukrotna, może wprowadzić szereg odstępstw w realiach produkcyjnych, szczególnie w obszarach niejednoznacznie zdefiniowanych. Przykładowo prowadzenie kontroli jakości w zakresie sprawdzania barw w branży tworzyw sztucznych i gumy zalecana jest w zakresie 700lx. Sprawdzenie barwy druku wielobarwnego – w 1500lx. Jeśli mowa o wyrobach drewnopochodnych, oba te warianty mogą być brane pod uwagę.

Mamy do czynienia zarówno z drukiem wielobarwnym, ale i z kontrolą barw na swoistym tworzywie sztucznym, jakim jest melamina.

Wspomniana wcześniej norma EN 12464-1:2022-01, została przywołana (jej starsze wydanie) w pracy Kralikowa (2016) oraz w publikacji Rheinholda i Tinda (2009). Autorzy niezależnie wskazują, iż kluczowe są subiektywne wrażenia pracowników, ze względu na indywidualne odczucia komfortu oświetlenia. Każdy człowiek ma inną wrażliwość narządu wzroku i inaczej reagujący układ nerwowy. Biorąc pod uwagę niejednoznaczność wskazań normatywnych, tym bardziej zasadnym wydaje się przetestowanie rozwiązań oraz poznanie opinii samych kontrolerów.

Boyce (2004), wykazał, iż niewiele osób interesuje się oświetleniem jako takim, wyrażonym subiektywnymi odczuciami. Pracownik zapytany o odczucia w oświetleniu np. 700lx czy 1600lx nie będzie wiedział jak wartości te odwzorowane są w rzeczywistości. Wielu badanych zwraca uwagę na fakt, iż wielu pracowników interesuje się wpływem oświetlenia na zdrowie, komfort, bezpieczeństwo i wykonywaną pracę. Należy zatem zapewnić możliwość uczestniczenia pracowników w doborze prawidłowego oświetlenia, w sposób empiryczny, uwzględniający indywidualne cechy pracowników, ale także dający możliwość porównania komfortu pracy w różnych warunkach. Wymagania normatywne mogą jedynie być podpowiedzią w doborze odpowiedniego zakresu, co pozwoli ograniczyć czas i koszty badania ustalającego wartość docelową.

Kralikowa (2021), opracowała piramidę, model korelacji, między oświetleniem stanowiska pracy, a odczuciami pracowników. Autorka nie podaje żadnych wartości mierzalnych, a jedynie przeprowadza ocenę alternatywną. Badaczka wykazała jednoznacznie, iż niedostatek oświetlenia, wysoki kontrast, nieprawidłowy kolor i barwa mają wpływ na poczucie dyskomfortu. Z kolei dobre oświetlenie, zgodne z wytycznymi BHP, zapewnia komfort fizyczny. Optymalne oświetlenie, temperatura światła i *atmosfera* dają komfort funkcjonalny. Dopiero regulowane indywidualnie w zakresie kluczowych parametrów oświetlenie przyczynia się do zapewnienia komfortu psychicznego i takie powinno być stosowane. W pracy Kralikowa (2021), zastosowała ankietę subiektywnych odczuć pracowników w zakresie komfortu oświetleniowego, posługując się czterostopniową skalą Lickerta.

Andrejova (2019), przeprowadziła subiektywną ocenę odczuć pracowników, wykorzystując uzyskane dane do budowy modelu decyzyjnego. Zachodząca korelacja z subiektywną oceną kondycji zdrowotnej ankietowanych wykazała silne oddziaływanie

czynnika oświetleniowego na samopoczucie w obszarze kondycji zdrowotnej. Do podobnych wniosków autorka doszła po przeprowadzeniu badań korelacji pomiędzy mikroklimatem, wyrażanym w subiektywnym odczuciu komfortu termicznego, a subiektywną oceną kondycji zdrowotnej (Andrejova, 2019). Bueno et al. (2021), w ramach analizy 60 pozycji źródeł literaturowych zauważa, iż zdecydowana większość badaczy, przeszło 90%, posługuje się metodami ocen subiektywnych w swoich pracach nad wpływem mikroklimatu na człowieka.

Dla laminowanych pokryć podłogowych istnieje dedykowana norma przedmiotowa EN 13329+A2:2022-02 *Laminowane pokrycia podłogowe -- Elementy z warstwą użytkową na bazie aminoplastycznych termoutwardzalnych żywic -- Specyfikacje, wymagania i metody badania*. Dokument ten zaleca prowadzenie procesu wzrokowej kontroli jakości w natężeniu oświetlenia w zakresie 800-1000 lx. Z kolei norma EN 14323-2022-04 *Płyty drewnopochodne – Płyty laminowane do zastosowań wewnętrznych – Metody badań*, podaje zakres 1200 ±400lx, a więc zakres od 800lx do 1600 lx. Mamy zatem kolejne niejednoznaczne wytyczne. Wpisują się one co prawda w zakres normy ergonomicznej EN 12464-1:2022-01, niemniej jednak są równie nieprecyzyjne.

Temperatura, zdaniem wielu autorów również wpływa na prawidłowe przeprowadzenie procesów kontrolnych przez człowieka. Zdaniem Seppanena (2006), produktywność człowieka wzrasta wraz ze wzrostem temperatury do poziomu 22°C. Optimum osiągnięte jest w temperaturze 21,6°C. Znaczący spadek zauważalny jest w przedziale 24-26°C. Lan (2010), ocenił sprawność neurobehawioralną w temperaturach 17°C, 21°C i 28°C. Autor doszedł do wniosku, iż sprawność neurobehawioralna spada zarówno w 17°C, jak i 28°C, zachowując najlepsze wartości w temperaturze 22°C. Geng (2017) największe zadowolenie pracowników odnotował dla temperatury 24°C. Jego badania obejmowały skoki temperatury co 2°C. Kotek (2015), przywołuje normę EN ISO 15265:2005 *Ergonomia środowiska termicznego -- Strategia oceny ryzyka w celu zapobiegania stresowi lub brakowi komfortu podczas pracy w warunkach cieplnych*, wskazującą na obciążenie ciepłem i chłodem. Norma ta, jak zauważa autor, nie odnosi się jednak do odczucia stresu czy dyskomfortu, a więc nie obejmuje swym zakresem pełni pożądanym charakterystyk, kluczowych z punktu widzenia człowieka.

Kolejne cechy i kryteria mające wpływ na prawidłowe przeprowadzenie procesu kontroli jakości, występujące w literaturze dotyczą wykonywania pracy przez pracowników. Związane są z nieprzebrnięciem instrukcji pracy, nieuwagą pracownika, pośpiechem czy zmęczeniem.

Nieprzestrzeganie instrukcji pracy przywołuje w swoim artykule Błaga (2015), opisując uzyskanie lepszych rezultatów pracy przy zastosowaniu instrukcji obrazowej, zamiast tekstowej. Haug (2015), sprecyzował pięć problemów dotyczących jakości instrukcji i związanych z nimi możliwymi błędami popełnianymi przez pracowników. Zalicza do nich instrukcję niekompletną, niejednoznaczną, zawierającą niepotrzebne informacje, nieprawidłowe czy zbyt powtarzalne dane. Ławniczak et al. (2014), odnosi się z kolei do instrukcji pracy, jako źródła powstawania błędów. W zaprezentowanym narzędziu TWTP (The Way To Teach People) podkreśla ważność instrukcji jako jeden z fundamentów odpowiedniego przygotowania i wspomaganie pracownika w trakcie pracy. Wskazuje na znaczenie dostępności instrukcji, czytelność i zrozumienie treści, aktualność dokumentu, określony w instrukcji sformalizowany sposób sprawdzania poprawności realizacji zadania, postępowanie zgodne z procedurą oraz określenie postępowania w sytuacjach problemowych.

Nieuwaga pracownika, jako kolejny czynnik poruszana, jest przez Nawrotek i Mielczarek (2018), jako jeden z czynników powstających niezgodności, który powinien być brany pod uwagę w analizowaniu procesów. Leśniewska, Kozyra i Misztal (2013), także wskazują na nieuwagę pracownika, jako jedną z głównych przyczyn niezgodności w analizowanych procesach. Midor et al. (2020) oraz Kuchta (2017), określają nieuwagę pracownika jako jedną z powtarzających się przyczyn powstających błędów w kontroli jakości. Ławniczak et al. (2014), wymienia nieuwagę pracownika jako jedną z przyczyn błędów ludzkich.

Pośpiech znalazł się w wykazie czynników analizy procesu uwzględnionych w pracy Nawrotek i Mielczarek (2018). Zmęczenie z kolei przeanalizował Ketic et al. (2013), wykazując, iż pod jego wpływem spada ilość i jakość pracy oraz zmienia się stosunek człowieka do pracy. Nafis (2011), dowodzi, iż utrata produktywności spowodowana zmęczeniem zależy tylko od charakteru pracy pracowników w wąskich gardłach i nie można jej zmniejszyć po pewnym limicie. Można zatem wnioskować, iż zmęczenie jest niejako czynnikiem wtórnym, na który wpływają warunki materialnego środowiska pracy (np. hałas, oświetlenie) jak i tempo pracy. Jest to czynnik, który można regulować poprzez zwiększanie przerw w pracy i wykonywanie w ich trakcie zalecanych przez ergonomię ćwiczeń, czy zapewnienie posiłków regeneracyjnych.

Haghighi (2015) podkreśla, iż nie ma jednego narzędzia do pomiaru zmęczenia pracowników. Najczęściej stosowaną jest 5-cio stopniowa skala Lickerta, stosowana w badaniach subiektywnych odczuć pracowników. Jako prosta i tania metoda badawcza ma

szerokie zastosowanie. W artykule autor wymienia także metody zahaczające swoim zakresem o pomiar jakości snu, czy aspekty psychologiczne zmęczenia.

Poniższa tabela (tab.2.), obrazuje wyniki analizy literaturowej w zakresie charakterystyk, jakimi należy się posłużyć w celu zapewnienia możliwie najlepszych warunków pracy w procesach WKJ. Uwzględnia zarówno subiektywną jak i obiektywną – przeprowadzaną przez obserwatora ocenę, wraz z podaniem wartości użytych przez wskazanych badaczy. Przedstawione charakterystyki mogą posłużyć do badania ankietowego przeprowadzonego wśród kontrolerów (dla części „subiektywna skala ocen”) oraz oceny prowadzonej przez obserwatora w zakresie wybranych czynników ergonomicznych i czynników wpływających na przeprowadzenie wzrokowej kontroli jakości na analizowanym stanowisku pracy.

Tab. 2. Czynniki wpływające na prawidłowe przeprowadzenie procesu WKJ.

| Lp | Kategoria | Analiza literatury | Ocena subiektywna | Ocena obserwatora |
|----|-------------|--|---|---|
| 1 | Hałas | a) Pedersen, 2010 b) Szalma i Hancock 2011, 2012 c) Alshebli, 2015 d) Khajenasiri, 2016 | a) nie drażniący b) mało drażniący c) drażniący d) bardzo drażniący e) ekstremalnie drażniący | Wartość hałasu wyrażona w dB A Ocena: przyjąć, że <65dB A klasa +2 75 dB A klasa +1 85 dB A klasa 0 95 dBA klasa -1 105 dBA klasa -2 |
| 2 | Oświetlenie | a) Lloyd et al., 2004 b) Rheinhold i Tind, 2009 c) Kralikowa, 2016 d) Andrejova, 2019 e) Kralikowa, 2021 | a) zbyt słabe b) wystarczające c) optymalne d) zbyt mocne | Ocena zgodnie z normami: 500-700 lx zbyt słabe 700-900 lx słabe 900-1200 lx dobre 1200-1600 lx b.dobre 1600-1800 lx mocne >1800 lx zbyt mocne |
| 3 | Mikroklimat | a) Seppanen, 2006 b) Lan, 2011 | a) zimno b) optymalnie | Ocena temperatury i wilgotności – ocena |

| | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|---|
| | | <p>c) Kotek, 2015</p> <p>d) Geng, 2017</p> <p>e) Andrejova, 2019</p> <p>f) Bueno et al., 2021</p> | c) gorąco | wg tabeli rozkładu mikroklimatu - szacowany komfort pracownika (CIOP za W. Z. Traczyk, A. Trzebski). |
| 4 | Monotonia pracy | <p>a) Rissen, 2006</p> <p>b) Wyk et al., 2018</p> <p>c) Spilka, 2021</p> | <p>a) brak monotonii</p> <p>b) monotonia występuje sporadycznie</p> <p>c) monotonia występuje często</p> <p>d) monotonia występuje b. często</p> <p>e) monotonia występuje cały czas</p> | Ocena monotonii – obserwacja, czy praca jest niezmienna, w tych samych warunkach z koniecznością ciągłego zachowania uwagi (za Górska, 2007). |
| 5 | Nieprzestrzeżenie instrukcji pracy | <p>a) Ławniczak et al., 2014</p> <p>b) Blaga, 2015</p> <p>c) Haug, 2015</p> | <p>a) brak instrukcji</p> <p>b) instrukcja nieprawidłowa</p> <p>c) instrukcja częściowo prawidłowa</p> <p>d) instrukcja prawidłowa</p> | <p>Ocena dostępności instrukcji oraz jej zgodności z zaleceniami wg. Haug (2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ kompletna ➤ jednoznaczna ➤ zawiera potrzebne informacje ➤ prawidłowe informacje |

| | | | | |
|---|---------------------|---|---|---|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> ➤ czytelna ➤ zrozumiała ➤ aktualna |
| 6 | Nieuwaga pracownika | a) Leśniewska, Kozyra i Misztal, (2013) b) Ławniczak et al., (2014) c) Kuchta, (2017) d) Nawrotek, Mielczarek, (2018) e) Midor et al., (2020) | a) wymagana ciągła uwaga b) wymagana chwilowa uwaga c) dopuszczalna nieuwaga pracownika | Uwaga / nieuwaga pracownika – ocena subiektywna obserwatora – koncentracja pracownika, bądź zdekcentrowanie, zachowanie uwagi lub nie – opis słowny |
| 7 | Pośpiech | a) Nawrotek, Mielczarek, (2018) | a) brak pośpiechu b) umiarkowane tempo c) duży pośpiech | Tempo wymuszone procesem, zauważalny pośpiech lub jego brak |
| 8 | Zmęczenie | a) Nafis, (2011) b) Ketic at al., (2013) c) Haghighi, (2015) d) Changa et al., (2019) | a) praca ekstremalnie męcząca b) praca bardzo męcząca c) praca męcząca d) praca mało męcząca e) praca nie męcząca | Ocena subiektywna zmęczenia pracownika – brak energii wolniejsze ruchy rozdrażnienie |

Wymienione w tabeli 2 kategorie i czynniki ergonomiczne, będące wynikiem analizy literatury przeprowadzonej przez autora w kontekście scharakteryzowania stanowiska pracy wzrokowej kontroli jakości, takie jak hałas, tło akustyczne, oświetlenie, mikroklimat,

monotonia i monotypia oraz organizacja stanowiska pracy, zostały zaprezentowane i omówione szczegółowo w poniższym rozdziale.

1.7.2. Charakterystyka wybranych ergonomicznych aspektów wzrokowej kontroli jakości

1.7.2.1. Hałas i tło akustyczne

Środowiskiem akustycznym określane jest ogół występujących w środowisku szmerów i dźwięków o różnej sile i głośności, różnym przeznaczeniu, odbieranych przez człowieka (Horst, 2011). Jak wskazuje Kowalik i Hamrol (2006), jest to czynnik istotny dla wzrokowej kontroli jakości.

Odgłosy wpływające negatywnie na narząd słuchu i inne elementy organizmu człowieka, określa się mianem hałasu (Horst, 2011). Zgodnie z normą PN-N 01307:1994, hałas scharakteryzowany jest przez poziom dźwięku mierzony przy użyciu filtra korekcyjnego o charakterystyce A w dB. Wielkość zmian zachodzących w organizmie na skutek działania hałasu zależy od jego natężenia, częstotliwości, czasu ekspozycji, charakteru hałasu, **osobniczej, subiektywnej wrażliwości ludzi** (Górska, Lewandowski, 2002).

Górska (2007) rozróżnia trzy formy oddziaływania hałasu:

- dokuczliwy,
- powodujący zakłócenia,
- szkodliwy.

Uciążliwość hałasu zależna jest w dużej mierze od rodzaju zajęcia, realizowanych czynności, usposobienia człowieka i przyczyny – źródła hałasu. Z zakłóceniami mamy do czynienia wówczas, gdy hałas wpływa na obniżenie jakości i wyników pracy człowieka, poprzez odwrócenie jego uwagi.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. (Dz.U. 2014 poz. 817), w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, wartością graniczną dla ośmiogodzinnego dnia pracy jest w Polsce jest poziom 85 dBA. Maksymalny poziom dźwięku nie powinien przekraczać 115 dBA. Natomiast szczytowy poziom to maksymalnie 135 dBA.

Od strony fizycznej, dźwięk jest falą energii rozchodzącą się w ośrodku sprężystym (Tytyk, 2001). W celu określenia ilości energii niesionej przez falę stosuje się miarę natężenia będącą

stosunkiem energii niesionej przez falę do czasu oraz powierzchni na którą dana fala oddziałuje:

$$I = \frac{dM_a}{dS} \left[\frac{W}{m^2} \right],$$

gdzie M_a – moc akustyczna źródła dźwięku, S – powierzchnia na którą pada fala

W celu ułatwienia uzmysłowienia sobie zależności między natężeniem dźwięku, a intensywnością doznania zmysłowego, wprowadzona została miara w postaci poziomu natężenia dźwięku L :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} [dB],$$

gdzie I – mierzone natężenie dźwięku, I_0 – natężenie odniesienia.

Ocena stanowiska pracy pod względem środowiska akustycznego polega na pomiarze poziomu hałasu, a następnie porównaniu wyników z wytycznymi opisanymi w normach, przepisach sanitarnych i przepisach BHP. W tym celu najczęściej stosuje się sonometry, czyli urządzenia służące do pomiaru natężenia dźwięku, wyposażone w różnego rodzaju filtry korekcyjne i oktafowe.

Pomiar hałasu w miejscach przebywania ludzi stosowany jest w różnych sytuacjach. Do najczęstszych z nich należą przypadki takie jak pomiar na stanowiskach pracy w przemyśle, pomiar w pojazdach mechanicznych, czy pomiar na zewnątrz budynków, w miejscach wypoczynkowych. Wyniki tych pomiarów mogą być wykorzystane zarówno w celach informacyjnych, jak i dla porównania otrzymanych wartości z ustalonymi normami. Pozwala to na ocenę efektywności zrealizowanych, a także planowanych inwestycji zmniejszających hałas w otoczeniu człowieka.

W zależności od zastosowanych przyrządów pomiarowych i otrzymanych informacji, metody pomiarowe można podzielić na:

- metody orientacyjne,
- metody kontrolne,
- metody specjalne.

Pomiary orientacyjne przeprowadza się w celu uzyskania początkowych informacji o hałasie w miejscach jego występowania. Wykonuje się je przy użyciu znormalizowanych urządzeń pomiarowych, bez konieczności stosowania skompilowanych przekształceń i obliczeń. Można do tego wykorzystać mierniki poziomu natężenia dźwięku z filtrami oktawowymi. W zależności od charakteru hałasu, a więc od tego czy jest on ustalony czy też nieustalony, należy ustalić poziom dźwięku A i widmo hałasu, a dla dźwięków nieustalonych maksymalne i minimalne wartości poziomu dźwięku A. Hałas ustalony rozumiany jest w tym przypadku jako taki hałas, którego natężenie nie zmienia się w czasie o więcej niż 5dB, natomiast hałas nieustalony, to taki, którego natężenie zmienia się o więcej niż 5dB.

Pomiary kontrolne i specjalne przeprowadzane są w celu uzyskania dokładniejszych informacji o hałasie oraz ustaleniu dokładnej charakterystyki akustycznej hałasu w zakresie częstotliwości infra- lub ultradźwięków. Są to metody znacznie bardziej złożone i wymagające znacznie większego zaangażowania środków i sprzętu, dlatego też w niniejszej rozprawie, autor koncentruje się jedynie na pomiarach orientacyjnych, wykonywanych przy użyciu sonometru z filtrem oktawowym.

Pomiar powinien być prowadzony w warunkach pracy źródeł hałasu, ponieważ celem badań jest określenie parametrów źródła hałasu oraz ich uciążliwości dla pracowników. Należy szczegółowo opisać ustawienie i warunki pracy maszyn znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu stanowiska pracy. Dodatkowo, pomiary powinny być prowadzone w warunkach jak najbardziej zbliżonych do typowych parametrów pracy danego stanowiska. Polega to na badaniu poziomu hałasu w trakcie trwania procesu technologicznego najczęściej występującego na danym stanowisku.

Podczas wykonywania pomiarów, mikrofon powinien znajdować się w miejscu, gdzie zwykle znajduje się głowa pracownika wykonującego daną operację. Jednak z uwagi na charakter wykonywanego zadania roboczego, obecność pracownika na stanowisku jest niezbędna. W takich sytuacjach mikrofon powinien być umieszczony w odległości 0,1 m od ucha pracownika narażonego na hałas. Dodatkowo, zaleca się umieszczanie mikrofonu w odległości nie mniejszej niż 1 m od ścian lub powierzchni odbijających dźwięk, 1,2 m ponad powierzchnią podłogi oraz nie mniej niż 1,5 m od okien.

W Europie, kwestia ochrony przed hałasem regulowana jest Dyrektywą 89/656/EEC (wraz z późniejszymi zmianami), określająca wymagania dotyczące stosowania środków wyposażenia ochronnego. Hałas przyczynia się do rozwoju różnego typu chorób, związanych

z ciśnieniem krwi, chorobami wrzodowymi, nerwicą i innymi. Jak wskazuje Kowal i Rybarczyk (1988), hałas prowadzi m.in. do:

- trwałych ubytków słuchu,
- chorób narządów wewnętrznych,
- spadku wydajności pracy,
- zwiększonej liczby wypadków przy pracy,
- absencji chorobowych.

Hałas może być także źródłem szybszego zmęczenia, skutkującego obniżeniem wydajności pracy (Kowalik, 2008). Według badań przeprowadzonych w sortowni listów w urzędzie pocztowym przeprowadzonych przez C. Cempel (1989, za Kowalik 2008), obniżenie poziomu hałasu o 1dB(A) daje 2% wzrost wydajności pracy.

1.7.2.2. Oświetlenie

Kolejnym czynnikiem wpływającym na środowisko pracy, także w obszarze wzrokowej kontroli jakości (Kowalik, 2006; Kujawińska, Vogt, 2015), jest jego oświetlenie – definiowane jako padanie światła na dany obiekt (Górska, 2007). Oświetlenie dzieli się na naturalne, pochodzące z naturalnych źródeł światła oraz sztuczne, pochodzące ze źródeł wytworzonych przez człowieka. Wpływa ono na szybkość, sprawność i pewność widzenia oraz bezpieczeństwo pracy, co przekłada się na wydajność i jakość pracy.

Nieodpowiednie oświetlenie jest zaliczane do czynników uciążliwych w środowisku pracy. Wynika to z faktu, iż niewłaściwe oświetlenie prowadzi do nadmiernego zmęczenia, a co za tym idzie spadku wydajności pracy. Zadaniem działań prowadzonych w kierunku zwiększenia ergonomii stanowiska, jest dostosowanie natężenia, kierunku i rozkładu oświetlenia do wymogów fizjologii wzroku. Przez natężenie światła rozumie się gęstość powierzchniową strumienia świetlnego. Wartość ta wyrażana jest w luksach (lx). Praca wzrokowa wykonywana jest w warunkach optymalnych, kiedy środowisko pracy jest oświetlone w sposób zapewniający rozróżnianie szczegółów oraz odczucie komfortu operatora. Zaleca się, aby natężenie oświetlenia, wyrażone w luksach, było tym większe, im większe znaczenie ma zdolność pracownika do rozpoznawania szczegółów podczas wykonywanej przez niego pracy. Duże natężenie oświetlenia ma też znaczenie, gdy zdolności wzrokowe pracownika są poniżej normy oraz kiedy musi wykonywać swoje zadania przez długi czas. Analogicznie, gdy szczegóły

zadania mają duże wymiary lub czynność wykonywana jest w krótkim czasie, możliwe jest zmniejszenie natężenia światła.

E. Górską (2007), charakteryzuje parametry światła w następujący sposób:

- równomierność oświetlenia. Jest to iloraz najmniejszego i średniego natężenia oświetlenia na badanej powierzchni. Duże różnice między natężeniem światła mogą prowadzić do stresu lub niewygodę widzenia.
- Luminancja, będąca miarą jaskrawości źródła światła lub jasności oświetlanej powierzchni. Właściwie dobrana poprawia ostrość widzenia, czułość kontrastową i gwarantuje czułość funkcji ocznych. Z kolei przy niewłaściwych poziomach może prowadzić do olśnienia lub konieczności ciągłej readaptacji wzroku.

Przez olśnienie rozumiany jest stan widzenia, w którym następuje uczucie niewygodę lub problemy z rozpoznawaniem przedmiotów, wynikające z niewłaściwego rozkładu lub zakresu luminancji. Efekty te możemy podzielić na przykre – powodujące niewygodę widzenia, rozdrażnienie i problemy z koncentracją, przeszkadzające – pogorszające postrzeganie przedmiotów oraz oślepiające – powodujące czasowy zanik widzenia.

Do pozostałych czynników wpływających na oświetlenie należą barwa światła, określana za pomocą tzw. temperatury barwowej oraz migotanie – uczucie braku stabilności źródła światła wywołane przez zmiany natężenia źródła światła. Szczególnie drugi efekt jest postrzegany jako niepożądany, ponieważ powoduje zmęczenie wzroku oraz może wywoływać efekt stroboskopowy. Jest to szczególnie niebezpieczne przy pracy z ruchomymi częściami maszyn, ponieważ w zależności od częstotliwości migotania, elementy maszyn wykonujące ruch obrotowy lub posuwisto-zwrotny mogą sprawiać wrażenie pozostających w bezruchu.

Pomiar natężenia oświetlenia odbywa się poprzez umieszczenie odbiornika światła w taki sposób, aby jego powierzchnia czynna pokrywała się z płaszczyzną pomiarową. W zależności od typu pomiaru, płaszczyzna ta znajduje się na różnych wysokościach. W przypadku pomiaru natężenia miejscowego, pomiar powinien być wykonywany w miejscu skupienia wzroku pracownika. Przy pomiarze natężenia ogólnego w pomieszczeniu, płaszczyzna pomiaru powinna być płaszczyzną poziomą znajdującą się na wysokości około 0,85m nad powierzchnią podłogi. Natomiast dla pomiarów ogólnego natężenia oświetlenia w ciągach komunikacyjnych, punkt pomiarowy powinien znajdować się na podłodze (PN-E-04040-03 *Pomiary fotometryczne i radiometryczne -- Pomiar natężenia*

oświetlenia, 1983). Odczyt wyników powinien odbywać się w taki sposób, aby osoba dokonująca pomiaru nie zasłaniała sobą, ani nie rzucała swoją sylwetką cienia na odbiornik urządzenia.

Oświetlenie, jako jeden z czynników uciążliwych, opisane jest w Rozporządzeniu MPiPS w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Zapewnienie odpowiedniego oświetlenia powinno przyczynić się do wygody widzenia, zapewniającego dobre samopoczucie pracownikom, a także wzrost wydajności pracy, odpowiednią wydolność widzenia i bezpieczeństwo. Zalecane wartości oświetlenia opisuje norma PN-EN 12464-1:2022-1 *Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsce pracy we wnętrzach*.

1.7.2.3. Mikroklimat

Pojęcie mikroklimatu określane jest przez pryzmat warunków klimatycznych, panujących na stanowisku pracy lub w pomieszczeniu, gdzie jest wykonywana praca. Jego znaczenie w obszarze wzrokowej kontroli jakości omawia Vogt i Kujawińska (2015). Mowa zatem o mikroklimacie naturalnym i sztucznym (Horst et al., 2011). Mikroklimat dzielimy na:

- zimny,
- umiarkowany,
- gorący.

Składają się na niego takie parametry, jak (Horst et al., 2011):

- temperatura powietrza,
- wilgotność powietrza,
- prędkość ruchu powietrza,
- temperatura ścian, stropu, podłogi oraz urządzeń technologicznych i materiałów,
- ciśnienie atmosferyczne.

Mikroklimat bada się i ocenia w odniesieniu do wytwarzanego przez człowieka ciepła w trakcie pracy i jego wymiany z otoczeniem. Dąży się do uzyskania komfortu termicznego, a więc uzyskania najkorzystniejszych warunków mikroklimatu pomieszczenia, w których człowiek czuje się komfortowo. Ze względu na indywidualne różnice w odczuwaniu, niemożliwe jest wskazanie środowiska termicznego, które zadowoli każdego (Horst et al., 2011).

Ocena oddziaływania środowiska termicznego na człowieka objęta jest ustanowionymi aktami prawnymi i normalizacyjnymi – Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Granice komfortu cieplnego oraz obciążenie termiczne organizmu, są obliczane za pomocą wielu wskaźników. Do najważniejszych z nich zaliczyć należy (Górska, 2007):

- **PMV** – przewidywana ocena średnia wrażeń cieplnych w 7mio stopniowej skali - gorące +3; ciepłe +2; lekko ciepłe +1; neutralne 0; lekko chłodne -1; chłodne -2; zimne -3. Dzięki temu wskaźnikowi sprawdza się, czy środowisko termiczne jest zgodne z kryteriami komfortu. Aby prawidłowo wyznaczyć ten współczynnik, należy ocenić aktywność człowieka, oporność jego odzieży (wyrażoną w jednostce „clo”), a także temperaturę powietrza, średnią temperaturę promieniowania, względną prędkość przepływu powietrza i cząstkowe ciśnienie pary wodnej. Można to uczynić stosując zintegrowany miernik mikroklimatu, bądź korzystając z normy PN-EN 7730:2006 *Ergonomia środowiska termicznego -- Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego* (Horst et al., 2011). Do badań subiektywnych odczuć pracowników, można warunkowo posłużyć się odczuciem termicznym, wyrażonym w odczuciu temperatury, bowiem współczynnik ten odnosi się do odczuć cieplnych, równowagi cieplnej całego ciała (Górska, 2007).
- **PPD** – przewidywany odsetek niezadowolonych, określa ilość osób, dla których panujące warunki mikroklimatu nie zapewniają komfortu cieplnego. Wskaźnik ten obliczany jest na podstawie normy PN-EN 7730:2006 i odczytywany jest z diagramu podanego we wskazanej normie (Horst et al., 2011). Standardy normalizacyjne określają maksymalną dopuszczalną wartość wskaźnika PPD na poziomie 10% (Górska, 2007).
- **WCI (TWC)** – wskaźnik siły chłodzącej powietrza, według innych źródeł (normy PN-EN ISO 11079:2008) oceniany mianem temperatury chłodzenia wiatru (Bogdan, 2008), wyznaczany na podstawie prędkości ruchu i temperatury powietrza. Jest on odpowiednikiem temperatury odczuwanej, który mierzy dodatkową utratę komfortu cieplnego organizmu człowieka spowodowaną wiatrem (zwłaszcza)

w zimowych warunkach zewnętrznych (Kralikova, 2014). Sposób jego wyznaczania opisany jest w normie PN-EN ISO 11079:2008 *Ergonomia środowiska termicznego - - Wyznaczanie i interpretacja stresu zimna z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego*. Norma ta odnosi się do odczuwania chłodu przez przyzmat wskaźnika izolacyjności cieplnej odzieży, zakładając równowagę termiczną między człowiekiem a otoczeniem. Szczegółowy opis metody badań można znaleźć w literaturze (Bogdan, 2008).

- **WBGT** – wskaźnik obciążenia temperaturą podczas pracy, którego nazwa pochodzi od nazw mierników wykorzystywanych do jego określania: czujnika do pomiaru temperatury w stanie wilgotnym (Wet Bulb) oraz czujnika do pomiaru temperatury poczerwionej kuli (Glob Temperature). Celem wyznaczenia wskaźnika WBGT należy zmierzyć temperaturę wilgotną naturalną, temperaturę poczerwionej kuli oraz temperaturę powietrza (suchą). Pomiary wykonuje się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Wskaźnik zmierzony porównuje się do wartości podanych w rozporządzeniu dla osoby zaaklimatyzowanej i niezaaklimatyzowanej (Horst et al. 2011). Wartość wskaźnika WBGT (jako tzw. wskaźnika wykrywającego, stanowiącego pobieżną diagnozę ewentualnego zagrożenia obciążeniem cieplnym), uzależniona jest od poziomu metabolizmu i aklimatyzacji i zawiera się w granicach 26-33°C.

Oczywiście, istnieje wiele dodatkowych czynników definiujących mikroklimat, niemniej jednak te wskazane powyżej są najczęściej spotykanymi w literaturze przedmiotu.

1.7.2.4. Zmęczenie, monotonia i monotypia

W ergonomii obciążeniem w pracy zajmuje się dział fizjologii. Badane są czynności i procesy zachodzące w organizmie człowieka, mające wpływ na obciążenie narządów i układów podczas pracy oraz wpływ wysiłku fizycznego i czynników środowiska na organizm człowieka (Horst, 2011). Zadaniem fizjologii pracy jest badanie przebiegu funkcji życiowych pracownika i ustalenie optymalnych obciążeń dla jego organizmu (Górska, Lewandowski,

2002). Jest to czynnik, który należy brać pod uwagę, ze względu na sposób wykonywania pracy w ramach wzrokowej kontroli jakości (Vogt, Kujawińska, 2015; Drury, 2021).

Każdy rodzaj pracy powoduje odrębny rodzaj zmęczenia. Zmęczenie, definiowane jako okresowe zaburzenie równowagi podstawowych procesów życiowych (Horst, 2011), może objawiać się na różne sposoby: obniżenie czasu reakcji, wydłużenie czasu trwania i zmniejszenie siły skurczu włókien mięśniowych, drżenie kończyn.

Każda czynność, bez względu na jej formę, wpływa na obciążenie organizmu. Wynika to ze zużycia energii fizycznej i umysłowej. Wyróżnia się trzy podstawowe składniki wpływające na zmęczenie organizmu: rodzaj wykonywanej czynności, warunki jej wykonywania oraz czas jej wykonywania.

Sumaryczne obciążenie organizmu, wynikające z wykonywanych czynności fizycznych, składa się z (Horst, 2011):

- obciążenia dynamicznego, mierzonego wydatkiem kalorycznym,
- obciążenia statycznego, mierzonego szacunkową metodą punktową,
- monotypowości ruchów,
- hipokinezy – niedostatku ruchu.

Dynamiczne obciążenie mięśni wynika z konieczności pokonywania oporów zewnętrznych przy jednoczesnym wykonywaniu ruchu. Reakcją organizmu na zwiększone zapotrzebowanie energii jest przyspieszenie akcji serca i płuc, co umożliwia dostarczanie do mięśni większej ilości związków chemicznych i tlenu oraz skuteczne odprowadzenie z nich produktów przemiany metabolicznej. Z tego powodu pracy dynamicznej towarzyszy wzrost temperatury ciała i odczucie gorąca u pracownika. Jedną z najczęściej stosowanych metod badań obciążenia dynamicznego jest metoda chronometrażowo-tabelaryczna (Wejman, 2012). Polega ona na analizie czynności wykonywanych na stanowisku, pozycji w której są one wykonywane, ich powtarzalności oraz ciężaru i sposobu przenoszenia wyrobów. Wyniki pomiarów wykorzystuje się do ustalenia zakresu prac na danym stanowisku, wysokości wynagrodzeń dla pracownika oraz określenia kierunku zmian organizacyjno-technicznych.

Do wstępnego oszacowania wielkości wysiłku fizycznego służą uproszczone tablice wydatku energetycznego. Metoda tabelaryczna jest często stosowana do określenia uciążliwości pracy na już istniejącym stanowisku pracy oraz przy prognozowaniu obciążeń dla nowo projektowanych stanowisk pracy. Pracę dzielimy na lekką (do ok. 4200 kJ/8h), średnio

ciężką (4200-6300 kJ/8h), ciężką (od 6300 do 8400 kJ/8h) oraz najcięższą (ponad 8400 kJ/8h) (Górska, 2007).

Istotnym rodzajem obciążenia jest obciążenie monotypowe. Polega ono na obciążeniu nielicznych grup mięśniowych w stały, niezmienny sposób. Podczas gdy reszta ciała znajduje się w spoczynku, obciążenie takie powoduje lokalne przeciążenie określonych grup mięśniowych. Ten rodzaj obciążenia występuje często w pracach o dużym stopniu automatyzacji, w których udział człowieka zredukowany jest do podawania i odbierania materiału lub wykonywania powtarzalnych operacji sterowania. Uciążliwość obciążania monotypowego wynika z liczby i rodzaju mięśni, które wykorzystywane są w pracy. Podobnie jak w przypadku obciążenia statycznego. Wielkość wydatku energetycznego jest bardzo mała, dlatego też wskaźnik ten nie może być stosowany do pomiaru obciążania monotonią. Z tego względu stosuje się metodę szacunkową, opartą na wartościach tabelarycznych określonych dla poszczególnych ilości powtórzeń i siły wymaganej do ich wykonania. Ciekawe badania w obszarze monotypowości przeprowadziła Jach (2016), porównując metody oceny monotypowości OCRA, JSI oraz ART. Wyniki badań poddają pod dyskusję skuteczność metody OCRA i JSI przy rotacji stanowisk pracy. Autorka wskazuje na problem zmiany stanowiska pracy, jako najczęściej rekomendowanej metody ograniczania monotypowości, ze stanowiska monotypowego na inne, również monotypowe, co nie rozwiązuje problemu.

Tishnauer (1978), zaproponował pod koniec lat siedemdziesiątych 15 zasad racjonalnego wykonywania ruchów, w trzech grupach – tj. zależności związane z pozycją przy pracy, zależności związane z funkcjonowaniem systemu człowiek – wyposażenie techniczne oraz zależności wynikające z kinematyki ciała.

Matczyński w 1998 roku, określił 9 reguł tzw. ekonomiki ruchów. Wśród zasad tych wyróżnić należy:

- wykonywanie ruchów powinno odbywać się w wygodnych strefach pracy kończyn,
- powinno się unikać długotrwałego podtrzymywania i celowania rękoma,
- pracę statyczną powinno się zastępować dynamiczną,
- ruchy rąk powinny być równoczesne, symetryczne i rytmiczne,
- ruchy rąk powinny być ciągłe, płynne i spokojne,
- ruchy kończyn górnych powinny odbywać się raczej po trajektoriach zaokrąglonych,
- należy robić przerwy,
- należy zmieniać obsadę,

- należy urozmaicać pracę, unikając w ten sposób monotonii.

Monotonia charakteryzowana jest poprzez niezmiennosc procesu pracy, niezmiennosc warunków otaczających stanowisko i operatora, konieczność ciągłego zachowania uwagi oraz łatwość pracy – zmniejszająca potrzebę procesów intelektualnych (Górska, 2007).

Co istotne, zbytne przeciążenie organizmu może prowadzić do dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, tzw. MSDs (Musculo-Skeletal Disorders), stanowiących jedno z największych wyzwań w obszarze chorób cywilizacyjnych. Niemal 24% pracowników UE skarży się na bóle kręgosłupa, a 22% na bóle mięśniowe (Górska, 2007). Co warto podkreślić, projektowanie stanowisk pracy uwzględniające ograniczanie ryzyka dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, można wspomagać komputerowo (Grobelny, Michalski, 2020), z wykorzystaniem cyfrowych manekinów w symulowanych warunkach pracy.

Monotypia z kolei, polega na wykonywaniu stale powtarzalnych, jednostajnych ruchów roboczych, czego skutkiem może być nadmierne obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego i narządu wzroku, a także psychiczne niedociążenia emocjonalne (Kamińska, Najmiec 2016). Według badań Bugajskiej i Łastowieckiej (2002), skutkiem monotypowej pracy na analizowanych stanowiskach był zespół cieśni nadgarstka u 38% badanych oraz silnie występujące subiektywne dolegliwości, takie jak bóle, parastezje, drętwienia u pracowników z dłuższym stażem (za Kamińska, Najmiec, 2016). Do często występujących skutków pracy monotonnej zaliczyć należy m.in.:

- choroby i dolegliwości kończyn górnych i kręgosłupa,
- dysfunkcje koordynacji ruchowej,
- gorsze samopoczucie,
- obniżenie czujności,
- osłabienie percepcji,
- zaburzenia koncentracji,
- drażliwość i pobudliwość,
- zwiększenie liczby błędów.

1.7.2.5. Organizacja stanowiska pracy wzrokowej kontroli jakości

Kształtowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy według kryteriów ergonomicznych, to jedno z podstawowych zadań ergonomii. Jest ono także istotne dla wzrokowej kontroli jakości.

Organizacja stanowiska pracy oznacza w głównej mierze dostosowanie otoczenia do cech i miar człowieka, co ma ważne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania stanowisk pracy (Górska, 2007). Proces ten bardzo często ograniczony jest przez konstrukcję urządzeń znajdujących się w analizowanym otoczeniu, co z kolei wymusza podejmowanie odpowiednich decyzji na etapie projektowania. Bardzo ważne jest aby stanowisko pracy miało prawidłowo rozmieszczone punkty które jego użytkownik powinien dostrzegać oraz urządzenia sterownicze, na które człowiek musi oddziaływać (Górska, 2007).

W celu ustalenia odpowiednich wartości wykonuje się pomiary antropometryczne populacji dla której projektuje się określone urządzenia. Można także skorzystać z gotowych danych zawartych w atlasach antropometrycznych danej populacji np. *Atlas miar człowieka: dane do projektowania i oceny ergonomicznej: antropometria, biomechanika, przestrzeń pracy, wymiary bezpieczeństwa* (Giedliczka, 2001). Dane uzyskane na skutek pomiarów wymagają następnie obróbki statystycznej. Ponieważ większość parametrów antropometrycznych ma rozkład normalny, wykorzystuje się do tego system centyli (Olszewski, 1997). Odrzucenie wyników znajdujących się poniżej 5 i powyżej 95 centyla powoduje pominięcie skrajnych wartości i błędów popełnionych podczas pomiarów, przy zachowaniu prawdziwości wyników dla 90% populacji (Koradecka, 2008). Bardzo ważna jest okresowa aktualizacja pomiarów. Wynika to ze zmian w wymiarach i proporcjach nowych roczników danej populacji. Należy również pamiętać, że wyników pomiarów jednej populacji nie można stosować do opisywania innej populacji. Ma to znaczenie przy projektowaniu stanowisk pracy bądź maszyn dla różnych społeczności i nacji. Organizacja stanowisk pracy z wykorzystaniem danych antropometrycznych jest jednym z głównych zagadnień ergonomii.

Horst (2011), w zakresie zasad i wymagań ergonomii dla organizacji przestrzeni pracy wyróżnia antropometrię, a w niej:

- antropometryczne pozycje pomiarowe,
- rodzaje zasięgu rąk wraz z granicami zasięgu,
- strefę pracy kończyn górnych i układ odniesienia wraz z wymiarowaniem,

- rodzaj wykonywanej pracy w ujęciu zaangażowanych w pracę segmentów narządu ruchu i obciążenia wzroku,
- wielkości progowe, a więc dostosowanie do maksymalnej liczby użytkowników – 90% populacji,
- wymiary bezpieczeństwa, eliminujące zagrożenia mechaniczne,
- wymiary dostępne do stanowiska pracy,
- odległości bezpieczeństwa, zapewniające ochronę.

Z kolei Górską (2007), zwraca uwagę na:

- wymiary użytkownika i dominujące typy pozycji przy pracy,
- wymiary antropometryczne,
- dynamiczne zakresy ruchów, pole widzenia, chwilowe, konieczne zmiany pozycji,
- maszyny oraz wyposażenie stanowiska, wyposażone w dodatkową regulację celem zwiększenia ilości użytkowników i wygody obsługi, bezpieczeństwo i niezawodność działania,
- zabezpieczenia maszyn i urządzeń dobrane do rozmiarów i kształtów ciała oraz zakresu ruchów,
- realizację pracy z przestrzeganiem takich zasad, jak:
 - wykonywanie czynności manualnych na wysokości przedramienia zgiętego w łokciu pod kątem prostym,
 - operowanie rękoma wyłącznie w obszarze wyznaczonym wysokością ramienia i łokcia,
 - chwytanie nie wyżej niż na wysokości opuszczonej ku dołowi ręki, natomiast sięganie nie wyżej niż na wysokość wyznaczoną dłonią,
 - sprawdzenie, czy regulacja krzesła umożliwia trzymanie łokci w polu pracy,
 - dbanie o oparcie dla stóp,
 - pole obserwacji poniżej linii wzroku,
 - rozstaw monitorów, jeśli występują, przed sobą.

Tomaszewski (2006), wskazuje na:

- dostosowanie przestrzeni pracy do operatora, uwzględniając postawę ciała, siłę mięśni i ruchy ciała,
- wybranie, zaprojektowanie i usytuowanie elementów sygnalizacyjnych i informacyjnych zgodnie z możliwościami percepcji oraz ruchów,
- wybranie, zaprojektowanie i usytuowanie urządzeń sterujących zgodnie z właściwościami ruchowymi części ciała, za pomocą których następuje obsługa, uwzględniając zręczność, dokładność, prędkości i siły,
- środowisko pracy – jego warunki fizyczne, chemiczne i biologiczne w aspekcie braku negatywnego wpływu na operatora, z uwzględnieniem ocen mierzalnych i subiektywnych,
- proces pracy zaprojektowany w sposób chroniący zdrowie i zapewniający bezpieczeństwo pracowników, przyczyniając się do dobrego samopoczucia.

Wiele z powyższych założeń jest także opisanych w normach ergonomicznych, zarówno krajowych (PN-N), europejskich (PN-EN) jak i międzynarodowych (ISO), zestawionych w tabeli 3, opracowanej na podstawie Horst (2011), Górską (2007) i Tomaszewski (2006).

Tab. 3. Normy ergonomiczne dla organizacji stanowisk pracy.

| Obszar | Nr normy |
|--|--------------------------|
| Podstawowe pomiary ciała ludzkiego do projektowania technicznego. | PN-EN ISO 7250-1:2017-12 |
| Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego. Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp całym ciałem do maszyny. | PN-EN 547-1+A1:2010 |
| Bezpieczeństwo maszyn – wymiary ciała ludzkiego. Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp. | PN-EN 547-2+A1:2010 |
| Bezpieczeństwo maszyn – wymiary ciała ludzkiego. Dane antropometryczne. | PN-EN 547-3+A1:2010 |

| | |
|--|-------------------------|
| Dane ergonomiczne do projektowania. Granice zasięgu rąk. | PN-N-08001 (wycofana) |
| Dane ergonomiczne do projektowania. Granice ruchu stopy. Wymiary kątowe. | PN-N-08002 (wycofana) |
| Dane ergonomiczne do projektowania. Przestrzeń dla ręki obejmującej uchwyt. Wymiary. | PN-N-08003 (wycofana) |
| Dane ergonomiczne do projektowania stanowisk pracy – Strefy pracy kończyn górnych – wymiary. | PN-N-08018 (wycofana) |
| Wymagania ogólne dotyczące ustalania antropometrycznych baz danych. | PN-EN ISO 15535:2013-04 |
| Wymagania antropometryczne dotyczące projektowania stanowisk pracy przy maszynie. | PN-EN ISO 14738:2009 |
| Minimalne odstępstwa zapobiegające zgnieceniu części ciała człowieka. | PN-EN ISO 13854:2020-01 |
| Umiejscowienie wyposażenia ochronnego. | PN-EN ISO 13855:2010 |
| Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami do stref niebezpiecznych. | PN-EN ISO 13857:2020-03 |
| Ogólne zasady interakcji między człowiekiem a wskaźnikami i elementami sterowniczymi. | PN-EN 894-1+A1:2010 |

Przedstawione w powyższym rozdziale zagadnienia, posłużyły autorowi do opracowania formularza listy kontrolnej do wstępnej oceny warunków pracy. Rozszerzenie zagadnienia związanego z zapewnieniem odpowiednich warunków pracy, zarówno w ujęciu spełnienia wymagań normatywnych jak i subiektywnych odczuć pracowników, jest bogato opisane w literaturze przedmiotu oraz przywołane w niniejszej dysertacji.

ROZDZIAŁ 2. CHARAKTERYSTYKA WYKORZYSTANYCH METOD BADAWCZYCH

Jednym z głównych czynników wpływających na skuteczną diagnozę środowiska pracy jest przyjęta metoda badań. Kluczowe jest w tym przypadku dostosowanie metody badań do środowiska w którym odbywa się praca. Techniki pomiarowe należy dobrać w taki sposób, aby możliwe było rozwiązanie postawionego przez badacza problemu. Techniki te muszą być ze

sobą powiązane i realizowane w określonej kolejności. Takie podejście umożliwia uwzględnienie relacji zachodzących pomiędzy poszczególnymi etapami badania i w większości przypadków prowadzi do uzyskania spójnych wyników.

Metody stosowane przy diagnozowaniu ergonomiczności stanowiska pracy można podzielić na:

- metody list kontrolnych,
- metody badań ankietowych,
- metody eksperckie.

Autor w pracy wykorzystuje metody w postaci badań ankietowych oraz list kontrolnych.

2.1. Metody badań ankietowych

Ankiety mogą służyć do zbierania informacji od respondentów. W tym celu wykorzystywane są kwestionariusze ułatwiające usystematyzowanie badania i określenie jego zakresu (Rosner, 1985; Janiga, 2014).

Badania ankietowe w dzisiejszych czasach cieszą się największym zainteresowaniem, jeśli chodzi o metodę prowadzenia badań. Metoda ta polega na zebraniu danych od ankietowanych za pomocą wcześniej przygotowanych kwestionariuszy. Rezultaty analizy będą stanowiły sedno do rozpoznania właściwości oraz reguł działania określonego fragmentu rzeczywistości. Wyniki mogą posłużyć również do przewidywania i definiowania kierunków postępu analizowanych problemów (Krok, 2015).

Główną cechą charakteryzującą ankiety jest zestaw pytań, na które autorzy badania chcą otrzymać odpowiedzi. Uzyskane wyniki są bazą do określenia hipotezy, czyli przesłanki prawdopodobnych relacji, które istnieją między określonymi właściwościami (Krok, 2015). Klasyfikacja ankiet, uwzględniająca metodę przekazywania kwestionariuszy ankietowych (Kauf i Tłuczak, 2013), jest następująca:

- ankieta środowiskowa - badanie przeprowadzone bezpośrednio w wybranym otoczeniu, np. wśród mieszkańców osiedla lub uczniów danej szkoły,
- ankieta audytoryjna - ankietowanie wśród grupy badanych, którzy jednocześnie udzielają odpowiedzi w obecności prowadzącego,
- ankieta prasowa - zbiór pytań, który jest umieszczony w gazecie bądź czasopiśmie,

- ankieta telefoniczna - metoda polegająca na uzyskaniu odpowiedzi, poprzez telefoniczne połączenie między badaczem a odpowiadającym,
- ankieta pocztowa - badanie polegające na odpowiadaniu na pytania, które odbiorca otrzymał pocztą, a następnie odesłanie odpowiedzi pod wskazany adres,
- ankieta internetowa - zbiór pytań zamieszczony na stronie internetowej,
- ankieta rozdawana - ankietowanie przypadkowych odbiorców w obecności badacza lub też do opracowania samodzielnego i następnie odesłania ankiety na wskazany adres.

Poprawnie przygotowany kwestionariusz ankiety powinien mobilizować odbiorców do solidnego uzupełniania ankiety, co uzyskać można przez właściwie skonstruowane pytania oraz niedługą i sensowną strukturę formularza. Zestaw pytań powinien zostać dobrany w taki sposób, aby udzielenie odpowiedzi na pytania nie zajęło więcej niż 30 minut. Ankiety umożliwiają przyjemną pracę dla ankietera, prosty zapis informacji, a także łatwe opracowanie rezultatów (Knauf i Tłuczak, 2013).

Autor w niniejszej rozprawie wykorzystał metodę badań ankietowych, tworząc dedykowane kwestionariusze ankiet. Formularze są zwięzłe oraz krótkie, zawierają prosty zapis informacji. Zapewniają anonimowość ankietowanych oraz wskazują cel ankiety. Formularze zostały rozdane do samodzielnego wypełnienia i przekazania zwrotnej ankiety. Przed rozpoczęciem badania ankietowego, autor wyjaśnił cel badania oraz sposób wypełniania ankiet w każdym przypadku zastosowania metody badania ankietowego.

Kluczowe w uzyskaniu prawidłowych wniosków z badań, jest przeprowadzenie analizy statystycznej zebranych w badaniu danych. Ankiety mogą służyć do przeprowadzenia oceny danego zjawiska czy uszeregowania odpowiedzi w określonej skali. Analiza danych pozyskanych w wyniku przeprowadzenia badania ankietowego, poddawana jest analizie danych, mającej na celu wyciągnięcie wniosków, płynących z odpowiedzi udzielonych przez daną grupę respondentów. Wśród metod służących do określenia ważności kryteriów decyzyjnych zaliczyć należy następujące (Mierzwiak, Nowak, 2020):

- AHP,
- ANP,
- REMBRANDT,

- DEMATEL,
- VIKOR,
- THURSTON.

Metody wskazane powyżej uznaje się za równoważne. Jedną z popularniejszych metod do przeprowadzenia analiz danych, jest metoda Thurstona (Bogdanov, 2021). Autor na etapie przygotowywania procesu badawczego oraz formularzy do badań ankietowych, zaplanował wykorzystanie tej metody i uwzględnił jej uwarunkowania. Metoda ta została wybrana ze względu na swe szerokie zastosowanie i dostępny opis literaturowy. Metoda ta była i jest z powodzeniem wykorzystywana w wielu publikacjach naukowych w obszarze analizy danych ankietowych, co także ułatwia proces porównywania wyników badań oraz poszerza grupę odbiorców, którzy metodę znają i będą potrafili ją zastosować w praktyce (Mierzwiak, Nowak, 2020).

2.2. Metoda Thurstona

Metoda ta została wykorzystana w pracy, gdyż zgodnie z jej założeniami, możliwym było zorganizowanie odpowiednio dużej grupy badanych. Procedura oceny ważności kryterium zapoczątkowuje nadanie rangi, wagi kryteriom. Zebrane wyniki prezentowane są w tabeli. Dla kryteriów wskazanych w badaniu ankietowym, przeprowadzonym w grupie badanych, sporządza się tabelę proporcji.

Postępowanie dla zastosowanego w niniejszej rozprawie wariantu zostało opracowane na podstawie: Sagan (2009), *Analiza preferencji konsumentów z wykorzystaniem programu Statistica – analiza conjoint i skalowanie wielowymiarowe*.

Dane zaprezentowane w poniższych tabelach są danymi z badań ankietowych przeprowadzonych przez autora. W tabeli 4 przedstawiono ważność poszczególnych cech, określonych przez każdego z respondentów, biorących udział w badaniu pracowników wizualnej kontroli jakości. Grupę badanych stanowiło osiemdziesięciu sześciu pracowników realizujących procesy WKJ płyt drewnopochodnych. Respondenci określili najważniejsze cechy idealnego kontrolera jakości, segregując cechy od najważniejszej do najmniej istotnej. Liczba oraz rodzaj wskazanych do badania cech idealnego kontrolera, wynika z przeprowadzonego przez autora dysertacji badania literaturowego. Liczba czynników uzależniona jest od liczby analizowanych kryteriów (w tym przypadku dziewięciu cech kontrolerów), które należą do

przedziału dwustronnie domkniętego. Dolną granicą przedziału jest jeden, natomiast górną stanowi liczba analizowanych kryteriów - dziewięć. Dla badań przeprowadzonych w celach niniejszej pracy, wskazano następujące kryteria najważniejszych cech idealnego kontrolera jakości, wynikające z pogłębionej analizy literatury przedmiotu, przedstawionych alfabetycznie:

- Kr1 – decyzyjność,
- Kr2 – determinacja,
- Kr3 – doświadczenie,
- Kr4 – inteligencja,
- Kr5 – kondycja zdrowotna / sprawność fizyczna,
- Kr6 – motywacja,
- Kr7 – spostrzegawczość,
- Kr8 – temperament,
- Kr9 – wykształcenie.

Powyżej wskazane kryteria, dla uniknięcia jakichkolwiek wątpliwości, zostały zdefiniowane w części pomocniczej formularza ankiety, w słowniku użytych pojęć oraz są opisane w niniejszej pracy, w rozdziale 3.2.4.

Tab. 4. Wagi kryteriów według kontrolerów.

| Kontroler | KRYTERIA | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Kr1 | Kr2 | Kr3 | Kr4 | Kr5 | Kr6 | Kr7 | Kr8 | Kr9 |
| K1 | 2 | 9 | 3 | 5 | 7 | 6 | 1 | 8 | 4 |
| K2 | 3 | 8 | 9 | 7 | 6 | 1 | 5 | 2 | 4 |
| K3 | 1 | 5 | 4 | 3 | 8 | 7 | 2 | 9 | 6 |
| K4 | 3 | 2 | 4 | 7 | 5 | 8 | 1 | 9 | 6 |
| K5 | 6 | 9 | 4 | 8 | 5 | 7 | 1 | 3 | 2 |
| K6 | 6 | 4 | 7 | 2 | 3 | 5 | 9 | 1 | 8 |
| K7 | 4 | 5 | 3 | 8 | 7 | 6 | 1 | 9 | 2 |
| K8 | 7 | 2 | 6 | 1 | 8 | 3 | 4 | 9 | 5 |
| K9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 7 | 5 | 4 | 9 | 3 |
| K10 | 8 | 9 | 2 | 1 | 7 | 6 | 4 | 5 | 3 |
| K11 | 6 | 7 | 1 | 5 | 8 | 4 | 2 | 9 | 3 |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K12 | 7 | 6 | 1 | 2 | 9 | 5 | 4 | 8 | 3 |
| K13 | 2 | 6 | 1 | 8 | 5 | 7 | 3 | 9 | 4 |
| K14 | 4 | 5 | 2 | 6 | 7 | 8 | 1 | 9 | 3 |
| K15 | 2 | 5 | 3 | 9 | 8 | 4 | 1 | 7 | 6 |
| K16 | 3 | 5 | 2 | 8 | 6 | 7 | 1 | 9 | 4 |
| K17 | 1 | 7 | 2 | 8 | 9 | 6 | 4 | 3 | 5 |
| K18 | 4 | 5 | 6 | 9 | 3 | 2 | 1 | 8 | 7 |
| K19 | 5 | 2 | 1 | 8 | 9 | 3 | 7 | 4 | 6 |
| K20 | 2 | 7 | 6 | 9 | 4 | 5 | 1 | 3 | 8 |
| K21 | 5 | 3 | 8 | 9 | 7 | 4 | 1 | 6 | 2 |
| K22 | 4 | 5 | 3 | 8 | 9 | 7 | 1 | 6 | 2 |
| K23 | 3 | 9 | 2 | 7 | 8 | 5 | 1 | 6 | 4 |
| K24 | 3 | 4 | 1 | 9 | 7 | 6 | 2 | 8 | 5 |
| K25 | 4 | 5 | 1 | 6 | 9 | 7 | 2 | 8 | 3 |
| K26 | 6 | 1 | 4 | 9 | 8 | 2 | 3 | 7 | 5 |
| K27 | 7 | 5 | 2 | 8 | 6 | 3 | 1 | 9 | 4 |
| K28 | 4 | 5 | 1 | 9 | 2 | 6 | 3 | 7 | 8 |
| K29 | 4 | 5 | 3 | 8 | 9 | 2 | 1 | 7 | 6 |
| K30 | 3 | 6 | 2 | 5 | 4 | 7 | 1 | 9 | 8 |
| K31 | 2 | 6 | 1 | 8 | 5 | 7 | 3 | 9 | 4 |
| K32 | 3 | 7 | 2 | 8 | 4 | 6 | 1 | 9 | 5 |
| K33 | 1 | 8 | 2 | 5 | 7 | 6 | 4 | 9 | 3 |
| K34 | 7 | 5 | 6 | 3 | 8 | 2 | 1 | 9 | 4 |
| K35 | 6 | 7 | 4 | 3 | 8 | 1 | 2 | 9 | 5 |
| K36 | 3 | 6 | 4 | 2 | 5 | 7 | 1 | 8 | 9 |
| K37 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K38 | 4 | 5 | 3 | 2 | 9 | 8 | 6 | 7 | 1 |
| K39 | 2 | 5 | 1 | 4 | 8 | 9 | 3 | 6 | 7 |
| K40 | 2 | 5 | 1 | 7 | 9 | 8 | 3 | 6 | 4 |
| K41 | 7 | 1 | 3 | 2 | 9 | 6 | 4 | 5 | 8 |
| K42 | 3 | 6 | 4 | 2 | 5 | 8 | 1 | 9 | 7 |
| K43 | 7 | 9 | 5 | 2 | 1 | 6 | 8 | 3 | 4 |
| K44 | 9 | 7 | 3 | 1 | 6 | 5 | 8 | 4 | 2 |
| K45 | 1 | 5 | 4 | 3 | 6 | 7 | 2 | 9 | 8 |
| K46 | 7 | 8 | 3 | 1 | 5 | 6 | 2 | 9 | 4 |
| K47 | 3 | 6 | 1 | 5 | 8 | 7 | 4 | 9 | 2 |
| K48 | 4 | 7 | 3 | 6 | 8 | 5 | 1 | 9 | 2 |
| K49 | 7 | 5 | 8 | 3 | 2 | 4 | 9 | 1 | 6 |
| K50 | 9 | 6 | 4 | 2 | 7 | 1 | 8 | 5 | 3 |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K51 | 6 | 8 | 3 | 4 | 5 | 7 | 1 | 9 | 2 |
| K52 | 3 | 5 | 1 | 2 | 7 | 4 | 8 | 9 | 6 |
| K53 | 4 | 6 | 7 | 3 | 8 | 5 | 2 | 9 | 1 |
| K54 | 3 | 7 | 2 | 4 | 8 | 6 | 1 | 9 | 5 |
| K55 | 4 | 7 | 3 | 6 | 8 | 5 | 1 | 9 | 2 |
| K56 | 9 | 7 | 3 | 8 | 2 | 4 | 6 | 1 | 5 |
| K57 | 3 | 9 | 4 | 5 | 8 | 7 | 1 | 6 | 2 |
| K58 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 6 | 2 | 9 | 1 |
| K59 | 2 | 4 | 5 | 1 | 3 | 6 | 9 | 8 | 7 |
| K60 | 1 | 2 | 3 | 9 | 8 | 7 | 4 | 6 | 5 |
| K61 | 1 | 2 | 3 | 9 | 4 | 8 | 5 | 6 | 7 |
| K62 | 2 | 4 | 3 | 1 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K63 | 1 | 2 | 3 | 8 | 9 | 6 | 5 | 4 | 7 |
| K64 | 9 | 1 | 2 | 4 | 3 | 8 | 9 | 6 | 7 |
| K65 | 1 | 2 | 4 | 6 | 5 | 8 | 7 | 9 | 3 |
| K66 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 6 | 2 | 9 | 1 |
| K67 | 3 | 6 | 4 | 2 | 5 | 8 | 1 | 9 | 7 |
| K68 | 3 | 1 | 5 | 2 | 4 | 8 | 9 | 6 | 7 |
| K69 | 9 | 6 | 4 | 2 | 7 | 1 | 8 | 5 | 3 |
| K70 | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 | 8 | 7 | 9 | 6 |
| K71 | 4 | 8 | 2 | 1 | 5 | 6 | 3 | 7 | 9 |
| K72 | 5 | 1 | 2 | 4 | 3 | 8 | 9 | 6 | 5 |
| K73 | 5 | 8 | 2 | 3 | 1 | 4 | 7 | 6 | 9 |
| K74 | 2 | 5 | 1 | 7 | 9 | 8 | 3 | 6 | 4 |
| K75 | 7 | 5 | 9 | 3 | 2 | 4 | 8 | 1 | 6 |
| K76 | 6 | 8 | 4 | 3 | 7 | 5 | 1 | 9 | 2 |
| K77 | 1 | 8 | 4 | 3 | 6 | 7 | 9 | 2 | 5 |
| K78 | 9 | 8 | 4 | 2 | 1 | 7 | 6 | 5 | 3 |
| K79 | 3 | 6 | 7 | 2 | 5 | 8 | 9 | 1 | 4 |
| K80 | 6 | 9 | 4 | 2 | 1 | 7 | 8 | 5 | 3 |
| K81 | 9 | 7 | 5 | 2 | 1 | 4 | 8 | 3 | 6 |
| K82 | 5 | 2 | 1 | 7 | 9 | 8 | 6 | 3 | 4 |
| K83 | 2 | 3 | 7 | 6 | 8 | 5 | 1 | 9 | 4 |
| K84 | 7 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 6 | 5 |
| K85 | 2 | 7 | 3 | 6 | 8 | 5 | 1 | 9 | 4 |
| K86 | 9 | 3 | 4 | 2 | 7 | 1 | 8 | 5 | 6 |

Ankietowani kontrolerzy (K1 - K86) określili ważność – rangę poszczególnych kryteriów (Kr1-Kr9). W przedstawionym w pracy badaniu wzięło udział 86 respondentów, którzy określili ważność dla 9 kryteriów, wskazując od 1 – najważniejsze kryterium do 9 – najmniej ważne, wyrażane liczbą naturalną, należącą do przedziału dwustronnie domkniętego.

Następnym krokiem było opracowanie tabeli proporcji. Tabela 5 przedstawia zestawienie w wierszach i kolumnach ocenianych kryteriów. Po przekątnej, na przecięciu tych samych kryteriów, wpisano wartość proporcji „0”, ponieważ nie może wystąpić proporcja pomiędzy tymi samymi parametrami. Dla pozostałych punktów przecięcia wierszy i kolumn, wpisano wartość wynikową wskazującą dominację jednego kryterium nad drugim – kolumny nad wierszem. Wartości te wynikają z ustalenia, ile razy oceniono dane kryterium jako ważniejsze od przeciwległego. Wartość tę dzieli się przez ilość możliwych przypadków, kontrolerów – 86. Przykładowo wartość dominacji Kr2 nad Kr1 wynosi 0,71. Z 86 ankietowanych, 61 uznało kryterium Kr2 za ważniejsze od Kr1. Stąd, dzieląc 61 / 86 otrzymujemy wartość 0,71.

Tab. 5. Proporcja – dominacje wg Thurstona.

| Kryteria | Kr1 | Kr2 | Kr3 | Kr4 | Kr5 | Kr6 | Kr7 | Kr8 | Kr9 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kr1 | 0,00 | 0,29 | 0,60 | 0,45 | 0,29 | 0,36 | 0,62 | 0,24 | 0,48 |
| Kr2 | 0,71 | 0,00 | 0,69 | 0,58 | 0,42 | 0,50 | 0,67 | 0,28 | 0,56 |
| Kr3 | 0,40 | 0,31 | 0,00 | 0,40 | 0,20 | 0,22 | 0,47 | 0,15 | 0,33 |
| Kr4 | 0,55 | 0,42 | 0,60 | 0,00 | 0,35 | 0,42 | 0,63 | 0,30 | 0,53 |
| Kr5 | 0,71 | 0,58 | 0,80 | 0,65 | 0,00 | 0,56 | 0,69 | 0,38 | 0,66 |
| Kr6 | 0,64 | 0,50 | 0,78 | 0,58 | 0,44 | 0,00 | 0,69 | 0,34 | 0,63 |
| Kr7 | 0,38 | 0,33 | 0,53 | 0,37 | 0,31 | 0,31 | 0,00 | 0,28 | 0,38 |
| Kr8 | 0,76 | 0,72 | 0,85 | 0,70 | 0,62 | 0,66 | 0,72 | 0,00 | 0,70 |
| Kr9 | 0,52 | 0,44 | 0,67 | 0,47 | 0,34 | 0,37 | 0,62 | 0,30 | 0,00 |

W kolejnym kroku, zgodnie z metodą Thurstona, skorzystano z dystrybuanty standardowego rozkładu normalnego, otrzymując wartości standaryzowane, służące do wyznaczenia ważności poszczególnych kryteriów. Wartości te zaczerpnięto z tablic matematycznych rozkładów. Zastosowane w pracy dane standaryzowane zaprezentowane w tabeli 6, pochodzą ze strony Statsoft (z dnia 21.11.2021), (tab.6.).

www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fsttable.html.

Tab. 6. Dystrybuanta standardowego rozkładu normalnego.

Źródło: www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fsttable.html.

| | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0,0000 | 0,0040 | 0,0080 | 0,0120 | 0,0160 | 0,0199 | 0,0239 | 0,0279 | 0,0319 | 0,0359 |
| 0,1 | 0,0398 | 0,0438 | 0,0478 | 0,0517 | 0,0557 | 0,0596 | 0,0636 | 0,0675 | 0,0714 | 0,0753 |
| 0,2 | 0,0793 | 0,0832 | 0,0871 | 0,0910 | 0,0948 | 0,0987 | 0,1026 | 0,1064 | 0,1103 | 0,1141 |
| 0,3 | 0,1179 | 0,1217 | 0,1255 | 0,1293 | 0,1331 | 0,1368 | 0,1406 | 0,1443 | 0,1480 | 0,1517 |
| 0,4 | 0,1554 | 0,1591 | 0,1628 | 0,1664 | 0,1700 | 0,1736 | 0,1772 | 0,1808 | 0,1844 | 0,1879 |
| 0,5 | 0,1915 | 0,1950 | 0,1985 | 0,2019 | 0,2054 | 0,2088 | 0,2123 | 0,2157 | 0,2190 | 0,2224 |
| 0,6 | 0,2257 | 0,2291 | 0,2324 | 0,2357 | 0,2389 | 0,2422 | 0,2454 | 0,2486 | 0,2517 | 0,2549 |
| 0,7 | 0,2580 | 0,2611 | 0,2642 | 0,2673 | 0,2704 | 0,2734 | 0,2764 | 0,2794 | 0,2823 | 0,2852 |
| 0,8 | 0,2881 | 0,2910 | 0,2939 | 0,2967 | 0,2995 | 0,3023 | 0,3051 | 0,3078 | 0,3106 | 0,3133 |
| 0,9 | 0,3159 | 0,3186 | 0,3212 | 0,3238 | 0,3264 | 0,3289 | 0,3315 | 0,3340 | 0,3365 | 0,3389 |
| 1 | 0,3413 | 0,3438 | 0,3461 | 0,3485 | 0,3508 | 0,3531 | 0,3554 | 0,3577 | 0,3599 | 0,3621 |

Mając tabelę dystrybuanty standardowego rozkładu normalnego dla wartości pola pomiędzy „0” a wartością zmiennej „Z”, przechodzimy do określenia wartości standaryzowanych (tab.7). Następuje to poprzez przypisanie dla każdej wartości z tabeli proporcji odpowiedniej wartości z tabeli dystrybuanty standardowego rozkładu normalnego.

Tab. 7. Wartości standaryzowane.

| | | Kryteria | | | | | | | | |
|-----|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | Kr1 | Kr2 | Kr3 | Kr4 | Kr5 | Kr6 | Kr7 | Kr8 | Kr9 | |
| Kr1 | | 0,1141 | 0,2257 | 0,1736 | 0,1141 | 0,1406 | 0,2324 | 0,0948 | 0,1844 | |
| Kr2 | 0,2611 | | 0,2549 | 0,2190 | 0,1628 | 0,1915 | 0,2486 | 0,1103 | 0,2123 | |
| Kr3 | 0,1554 | 0,1217 | | 0,1554 | 0,0793 | 0,0871 | 0,1808 | 0,0596 | 0,1293 | |
| Kr4 | 0,2088 | 0,1628 | 0,2257 | | 0,1368 | 0,1628 | 0,2357 | 0,1179 | 0,2019 | |
| Kr5 | 0,2611 | 0,2190 | 0,2881 | 0,2422 | | 0,2123 | 0,2549 | 0,1480 | 0,2454 | |
| Kr6 | 0,2389 | 0,1915 | 0,2823 | 0,2190 | 0,1700 | | 0,2549 | 0,1331 | 0,2357 | |
| Kr7 | 0,1480 | 0,1293 | 0,2019 | 0,1443 | 0,1217 | 0,1217 | | 0,1103 | 0,1480 | |
| Kr8 | 0,2764 | 0,2642 | 0,3023 | 0,2580 | 0,2324 | 0,2454 | 0,2642 | | 0,2580 | |
| Kr9 | 0,1985 | 0,1700 | 0,2486 | 0,1808 | 0,1331 | 0,1443 | 0,2324 | 0,1179 | | |
| Zn | 0,2185 | 0,1716 | 0,2537 | 0,1990 | 0,1438 | 0,1632 | 0,2380 | 0,1115 | 0,2019 | |
| Wn | 0,7527 | 0,4226 | 1,0000 | 0,6157 | 0,2271 | 0,3637 | 0,8896 | 0,0000 | 0,6356 | |

Wartość **Zn** oznacza średnią arytmetyczną dla n-tej kolumny.

Wartość **Wn** to ważność n-tego kryterium, wyrażona wzorem:

$$W_n = \frac{Z_n - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}} + 1$$

Zmin to minimalna wartość średniej arytmetycznej spośród średnich Zn z tabeli.

Zmax to maksymalna wartość średnich arytmetycznych spośród średnich Zn.

Kryterium ważności **Wn** poddano przeskalowaniu, ze względu na fakt, iż unormowanie w przedziale 0-1 stanowi, iż najniższej rangi kryterium uzyska wartość „0”, co może być problematyczne w dalszych przekształceniach arytmetycznych i interpretacji wyników. W rozważanym w pracy wyniku analizy, taka sytuacja zachodzi dla kryterium 8. Po przeskalowaniu do przedziału (0,1-1,0) otrzymujemy następujące wyniki (tab. 8.):

Tab. 8. Przeskalowane kryterium ważności.

| kryterium (j) | Kr1 | Kr2 | Kr3 | Kr4 | Kr5 | Kr6 | Kr7 | Kr8 | Kr9 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| W_n | 0,7775 | 0,4803 | 1,0000 | 0,6541 | 0,3044 | 0,4274 | 0,9006 | 0,1000 | 0,6721 |

W efekcie zastosowania powyższej metody, uzyskano uszeregowane pod względem ważności kryteria pożądanych cech kontrolrolera WKJ.

Uszeregowane kryteria pożądanych cech pod względem ważności są następujące:

Kr3 doświadczenie, Kr7 spostrzegawczość, Kr1 decyzyjność, Kr9 wyszkolenie, Kr4 inteligencja, Kr2 determinacja, Kr6 motywacja, Kr5 kondycja zdrowotna/sprawność fizyczna, Kr8 temperament.

W dalszej części analizy, autor zainicjował przeprowadzenie badania ankietowego przez lidera zespołu kontrolerów. Badanie to zostało przeprowadzone z wykorzystaniem autorskiego formularza, służącego do oceny czy i w jakim stopniu – wykorzystując pięć stopniową skalę Lickerta, kontrolerzy z badanej grupy kontrolerów jakości posiadają cechy idealnego kontrolera. Do analizy danych, zestawiającej ważności cech i oceny kontrolerów, posłużono się metodą TOPSIS. Analiza ta została wykorzystana do zastosowania zagregowanego wskaźnika dobroci kontrolerów. Jej zastosowanie pozwoliło na

uszeregowanie konkretnych pracowników w odniesieniu do posiadania przez nich zidentyfikowanych, kluczowych cech idealnego kontrolera. W rezultacie metoda TOPSIS pozwoliła na zagregowanie do jednego wskaźnika zarówno ważności cech idealnego kontrolera jakości jak i ocen pracowników WKJ z grupy kontrolnej, przeprowadzonej przez lidera. Wybrano metodę TOPSIS ze względu na jej szerokie zastosowanie w badaniach, chociażby przez Chu i Lin (2003), Rahim i Supiyandi et al. (2019), czy Widianta, Rizaldi et al. (2018) oraz potrzebę określenia „odległości” ocenionych kontrolerów jakości od ideału i anty-ideału.

2.3. Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) jest z powodzeniem wykorzystywana w wielu badaniach, gdzie konieczne jest przeprowadzenie analizy „odległości” pomiędzy rozpatrywanymi obiektami, co pozwala na określenie wartości miary porządkującej obiekty (Nermend, 2017).

Metoda ta zaliczana jest do grupy metod opierających się na wykorzystaniu punktów referencyjnych. Należy do grupy tzw. MCDM – wielokryterialnych metod podejmowania decyzji (Kacprzak, 2018). Wzoruje się na metodzie opracowanej przez Hwanga i Yoona (1981). Jest to jedna z najpopularniejszych i szeroko stosowanych metod stosowanych przy modelowaniu wielokryterialnym wspomagającym podejmowanie decyzji (Kacprzak, 2018).

Algorytm tej metody uwzględnia wagi kryteriów, normalizację oraz wybór odpowiedniej metryki. Pozwala na obliczenie odległości od wektorów wzorcowych, znalezienie miernika syntetycznego (tzw. miary porządkującej), dzięki czemu możliwe jest stworzenie swoistego rodzaju rankingu końcowego dla analizowanych danych.

Algorytm metody TOPSIS składa się z sześciu kroków, zaprezentowanych na rysunku 5.

| | | |
|---|--|---|
| 1. Utworzenie znormalizowanej macierzy atrybutów | 2. Utworzenie znormalizowanej macierzy wag | 3. Wyznaczenie zważonej macierzy decyzyjnej |
| 4. Ustalenie referencyjnych wartości idealnych i anty-idealnych | 3. Obliczenie odległości euklidesowej od obiektów referencyjnych | 6. Wyznaczenie miary porządkującej, utworzenie rankingu wariantów decyzji |

Rys. 5. Algorytm metody TOPSIS.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Kacprzak, 2018.

W kroku **pierwszym** autor utworzył znormalizowaną macierz atrybutów, co polegało na unormowaniu wartości atrybutów dla poszczególnych wariantów danej macierzy decyzyjnej według poniższego wzoru:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

gdzie liczba obiektów/wariantów decyzyjnych $i = 1, 2, \dots, m$; a liczba kryteriów decyzyjnych $j = 1, 2, \dots, m$.

W kroku **drugim**, autor wyznaczył znormalizowaną macierz dla kryteriów decyzyjnych. Opisywana metoda TOPSIS nie narzuca żadnych metod ustalania wag kryteriów decyzyjnych.

W kolejnym, **trzecim** kroku opracowano zważoną, znormalizowaną macierz decyzyjną, wykorzystując obliczenia wg wzoru:

$$v_{ij} = w_j * z_{ij}$$

Krok **czwarty** polegał na ustaleniu wartości idealnych i anty-idealnych.

$$\text{Wartość idealne:} \quad a^+ = \begin{cases} \max v_{ij} \text{ dla stymulant} \\ \min v_{ij} \text{ dla destymulant} \end{cases}$$

$$\text{Wartości anty-idealne:} \quad a^- = \begin{cases} \min v_{ij} \text{ dla stymulant} \\ \max v_{ij} \text{ dla destymulant} \end{cases}$$

W kroku **piątym** obliczono wszystkie odległości euklidesowe dzielące wartości badanych wariantów w poszczególnych kryteriach od rozwiązania idealnego oraz anty-idealnego.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^+)^2} \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m \text{ oraz } j = 1, 2, \dots, n$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^-)^2} \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m \text{ oraz } j = 1, 2, \dots, n$$

Ostatni, **szósty** krok polegał na wyznaczeniu miary porządkującej i utworzeniu rankingu wariantów decyzyjnych.

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

$$i = 1, 2, \dots, m, \quad \text{oraz } 0 \leq R_i \leq 1$$

R_i jest liczbą z zakresu „zero” do „jeden”, gdzie jeden oznacza obiekt względnie najlepszy, a zero względnie najgorszy.

Zastosowana analiza pozwoliła na uszeregowanie pracowników pod kątem ich odległości od ideału oraz anty-ideału, wykorzystując zagregowany wskaźnik dobroci kontrolera, bazujący na ważności cech kontrolera idealnego oraz ocenie kontrolerów pod kątem tychże cech.

2.4. Listy kontrolne

Listy kontrolne są to proste, a zarazem bardzo przydatne i szeroko stosowane narzędzia. Termin „lista kontrolna” wywodzi się z lotnictwa (ang. checklist), gdzie przed każdym startem pilot, kierując się listą kontrolną, wykonuje szereg czynności mających na celu sprawdzenie stanu technicznego samolotu. Termin „checklista” w badaniu po raz pierwszy użyty został w latach 60 XX wieku. To właśnie wtedy wojsko brytyjskie wykorzystowało listę kontrolną przy ocenie urządzeń nawigacyjnych (Olszewski, 1997). Jak podkreśla T. Lis (Lis, Nowacki, Łakomy, 2017), listy kontrolne, to rozszerzona forma ankiety, popularnie stosowana w badaniach. Na potrzeby niniejszej pracy autor stworzył dwa formularze list kontrolnych.

Pierwsza lista zaprezentowana w dysertacji, służy ocenie warunków na stanowisku wzrokowej kontroli jakości w branży drewnopochodnej. Zawiera aspekty oceny obserwatora oraz aspekty subiektywnej oceny pracownika wzrokowej kontroli jakości. Formularz wskazuje pożądane wartości i odpowiedzi na pytania, których uzyskanie zapewni możliwie najlepsze warunki pracy. Odpowiedzi inne niż pożądane, a także parametry nie spełniające wymagań wskazanych w liście kontrolnej, wymagają podjęcia działań korygujących i ponownego zastosowania listy kontrolnej, do momentu uzyskania pożądanych wartości. Listę można rutynowo stosować przed każdym procesem kontrolnym, w odstępach czasu lub w przypadku jakichkolwiek zmian w procesie kontroli, związanych z wyrobem, otoczeniem w jakim proces jest prowadzony, miejscem kontroli, a także osobą realizującą proces.

Druga lista kontrolna zaproponowana w niniejszej pracy przez autora, została stworzona w celu oceny istotności i trudności procesu wzrokowej kontroli jakości. Lista zawiera szereg pytań zdefiniowanych w oparciu o wyniki analizy literatury przedmiotu, w aspekcie oceny

istotności i trudności procesu wzrokowej kontroli jakości. Zaleca się stosowanie listy rutynowo, a także przy każdej zmianie w procesie.

ROZDZIAŁ 3. BADANIA WŁASNE

3.1. Przeprowadzone badania wstępne i symulacje w organizacji wzrokowej kontroli jakości

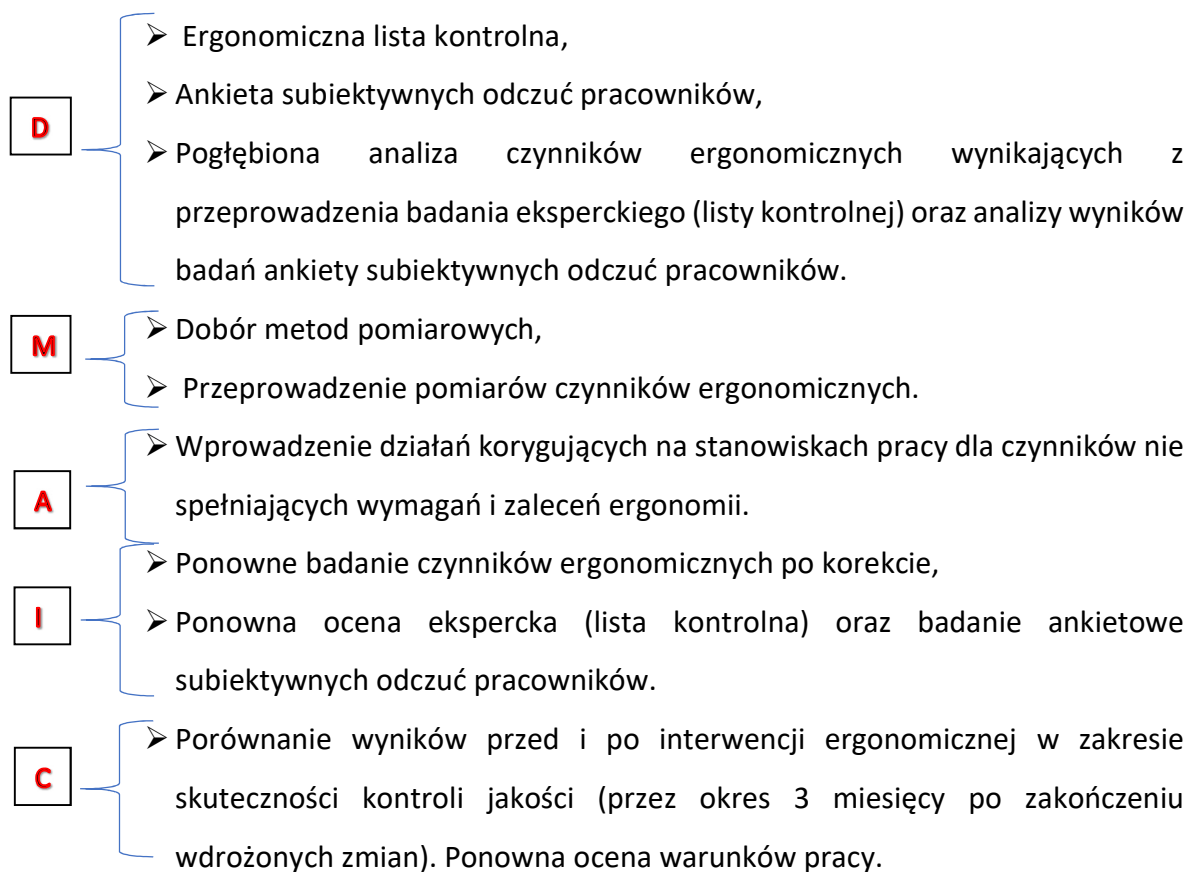
Etapem poprzedzającym badania właściwe przeprowadzone w ramach niniejszej rozprawy, były badania jakościowe wstępne, uwzględniające empirycznie przeprowadzone symulacje na stanowiskach pracy wzrokowej kontroli jakości w wybranych trzech zakładach produkcyjnych. W przedsiębiorstwach tych wspólnym problemem był niski poziom skuteczności wzrokowej kontroli jakości. Badania zostały przeprowadzone przez autora w trakcie poszukiwania luki badawczej w obszarze wzrokowej kontroli jakości uwarunkowanej poprzez wybrane czynniki ergonomiczne. Autor w trakcie prowadzonych badań doszedł do konkluzji, iż poprawa wybranych czynników ergonomicznych wpływa pozytywnie na poprawę skuteczność procesu wzrokowej kontroli jakości. Przejawia się to zarówno w zwiększeniu skuteczności procesu kontroli, jak i w polepszeniu dobrostanu pracowników, poprzez wzrost komfortu w pracy.

Badania przeprowadzono według schematu wpisującego się w założenia metodyki DMAIC wykorzystywanej w koncepcji Lean Managementu, a więc szczupłego zarządzania organizacją (wg Hamrol, 2007), która składa się z następujących etapów:

- Define – zdefiniuj problem,
- Measure – zmierz wybrane wielkości,
- Analyse – przeanalizuj wyniki dokonanych we wcześniejszej fazie pomiarów i możliwości doskonalenia procesu,
- Improve – opracuj i wprowadź rozwiązania doskonalące,
- Control – skontroluj uzyskane wyniki po działaniach doskonalących.

Analiza danych historycznych, będąca pierwszym etapem procesu, dotyczyła oceny skuteczności wzrokowej kontroli jakości, wyrażonej stosunkiem ilości wyrobów wadliwych, których wzrokowa kontrola jakości nie wykryła, do ilości wyrobów skontrolowanych. Warunkiem oceny skuteczności WKJ na analizowanych stanowiskach, było przeprowadzanie

kontroli 100% - finalnej, po kontroli wstępnej, którą poddano badaniu w projekcie, obejmującej zakresem kontrolowane wyroby. W kolejnym kroku przeprowadzono badanie ankietowe subiektywnych odczuć kontrolerów w zakresie komfortu pracy, oceny warunków pracy oraz odczuwanych dolegliwości mięśniowo-szkieletowych. Krok trzeci polegał na wstępnej ocenie eksperckiej stanowiska pracy z wykorzystaniem ergonomicznej listy kontrolnej. Bazując na wynikach analizy eksperckiej oraz wynikach ocen subiektywnych, wytypowano czynniki środowiska pracy do pogłębionej analizy. Wykonano badania materialnego środowiska pracy oraz ocenę wybranych czynników. Zaproponowano zmiany, korzystając z wymagań i dobrych praktyk ergonomicznych dla wybranych, wskazanych czynników. Po wdrożeniu działań korygujących, wykonano ponowną ocenę ekspercką z wykorzystaniem ergonomicznej listy kontrolnej oraz pomiary i ocenę warunków pracy. Przez okres trzech miesięcy od zakończenia projektu usprawnień, oceniano skuteczność procesu WKJ. Po tym okresie ponownie przeprowadzono badanie ankietowe subiektywnych ocen kontrolerów, ocenę ekspercką stanowisk pracy oraz przeanalizowano wyniki skuteczności procesu wzrokowej kontroli jakości, potwierdzając uzyskanie założonych celów. Schemat przebiegu pracy w układzie DMAIC, prezentuje się następująco:



Wyniki dały pozytywne rezultaty, wykazując jednoznacznie poprawę skuteczności procesu wzrokowej kontroli jakości poprzez dostosowanie warunków pracy do wymagań i zaleceń ergonomii. Oczywiście należy założyć margines błędu w przeprowadzonych badaniach, wynikający z wielu zmiennych, niemniej jednak, zarówno badania jak i przeprowadzona w tym zakresie analiza literaturowa potwierdziły założenia. Autor doszedł do wniosku, iż w badaniach tych zabrakło oceny kluczowego czynnika, jakim jest człowiek – oceny predyspozycji i cech indywidualnych kontrolerów, doboru pracowników do zadań wzrokowej kontroli jakości.

Przeprowadzone badania i dalsza analiza zagadnienia dały zaczątek do podjętych w niniejszej pracy rozważań na temat procesu wzrokowej kontroli jakości. Branża drewnopochodna została wybrana ze względu na trzy przesłanki. Pierwszą z nich jest znaczenie tej gałęzi przemysłu w Polsce oraz rosnące znaczenie eksportu wyrobów meblowych na rynki światowe. Polska zajmuje drugie miejsce w Europie pod względem wielkości eksportu mebli, składających się w większości z wyrobów drewnopochodnych (Klimczuk-Kochańska, 2011; GUS 2020).

Drugą przesłanką jest dynamiczny rozwój branży w kraju, związany z powstawaniem nowych fabryk. W latach 2015-2020 branża odnotowała 25% wzrost produkcji i sprzedaży płyt (Wiktorski, 2021).

Trzecią przesłanką jest dostęp autora do przedstawicieli branży ze względu na pracę zawodową. Autor współpracuje z największymi producentami płyt drewnopochodnych na świecie, w szczególności z zakładami w Europie centralno-wschodniej. zajmując się szeroko rozumianym konsultingiem, w obszarze kontroli jakości, bezpieczeństwa i higieny pracy.

3.2. Badania ankietowe dotyczące cech kontrolera jakości

3.2.1. Dobór próby do badania

Z uwagi na charakterystykę branży zdecydowano się dokonać wyboru celowanego – wszystkich najważniejszych producentów płyt drewnopochodnych. W pierwszej fazie wskazano dziesięć zakładów produkcyjnych, specjalizujących się w produkcji wyrobów drewnopochodnych. Są to zakłady z grupy dużych przedsiębiorstw. Sześć z zakładów mieściło się na terenie Polski, jeden w Ukrainie, jeden na Białorusi i dwa w Rosji.

Ze względu na sytuację pandemiczną związaną z SARS-COV2, uniemożliwiającą podróże na Ukrainę, Białoruś i do Rosji, z pośród dziesięciu wskazanych zakładów produkcyjnych, do badań wytypowano sześć znajdujących się na terenie Polski.

Do wszystkich zakładów przesłano zapytanie w formie pisemnej o zgodę na przeprowadzenie badań. Dwa zakłady odmówiły, nie udzielając wyjaśnień. Pozostałe cztery zakłady wyraziły zgodę na przeprowadzenie badań, bez podawania nazw oraz szczegółów umożliwiających identyfikację.

Zakłady te należą do największych na świecie koncernów zajmujących się produkcją wyrobów drewnopochodnych – w tym płyt meblowych, budowlanych, paneli podłogowych i wielu innych materiałów. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż dostępne technologie wytwarzania oraz organizacja procesów jest bardzo do siebie zbliżona we wszystkich zakładach z branży.

W czterech wskazanych zakładach produkcyjnych łącznie zatrudnionych było (dane za 2020 rok), 2293 pracowników, w tym 96 kontrolerów jakości, zajmujących się wzrokową kontrolą jakości uszlachetnionych płyt drewnopochodnych – meblowych oraz stanowiących półprodukt w produkcji paneli podłogowych – uszlachetnionych płyt HDF. Pracownicy zajmujący się WKJ stanowią niemal 4% załogi, co, biorąc pod uwagę złożoność procesu wytwarzania i wielkość podmiotów, stanowi sporą część zatrudnionych.

Pierwsze badanie przeprowadzono w formie pilotażu na grupie dziesięciu kontrolerów wskazanych przez jeden z zakładów. Po zrealizowanym badaniu autor przeprowadził rozmowę z ankietowanymi w celu uzyskania informacji zwrotnej, czy ankieta jest zrozumiała, czytelna i nie pozostawia wątpliwości. Respondenci nie mieli uwag, ankiety zostały wypełnione poprawnie. Ten sam, niezmienny formularz przekazano do całej grupy wskazanej do badań.

Ze względu na niedyspozycję i brak dostępności, w badaniu ankietowym wzięło udział 86 ankietowanych, spośród 96 zatrudnionych w tym obszarze pracowników. Do badań przystąpiło niemal 90% osób pracujących na stanowiskach WKJ. Wszystkie przekazane ankiety były poprawnie wypełnione i zostały zakwalifikowane do dalszego procedowania.

W drugim etapie badania ankietowego, lider kontrolerów, w osobie kierownika działu jakości jednego z przedsiębiorstw, dokonał oceny pracowników podległego działu w oparciu o dedykowany formularz ankietowy. Ocena obejmowała dziesięć osób realizujących zadania wzrokowej kontroli jakości i dotyczyła dziewięciu cech charakteryzujących idealnego kontrolera, którym sami kontrolerzy nadali wagi w pierwszej części badania ankietowego.

Ocena ta pozwoliła na zastosowanie modelu decyzyjnego TOPSIS (opisanego w rozdziale 2.3.) w niniejszej pracy, a w rezultacie na stworzenie metodyki doboru pracowników.

3.2.2. Budowa kwestionariusza ankiety

Kwestionariusz ankiety został stworzony w oparciu o wytyczne opisane przez Dźwigoła (2018), a także na bazie wytycznych Krok (2015), dobierając odpowiednie parametry ankiety do kontekstu i potrzeb badawczych. Formularz powstał w programie WORD i był rozdysponowany w wersji papierowej. Arkusz składa się z czterech części, których treść bazuje na wnioskach wyciągniętych z przeprowadzonego badania literaturowego, opisanego w rozdziale 2.1. dysertacji.

Pierwsza część ankiety dotyczy rodzaju błędów, jakie występują w procesie, w którym prowadzona jest wzrokowa kontrola jakości. Dzielą się na błędy powtarzalne (systematyczne), jednostkowe (losowe), znane i nieznanne. Część ta ma za zadanie określenie, z jakimi rodzajami błędów mają do czynienia kontrolerzy.

Druga część odnosi się do oceny najważniejszych cech idealnego kontrolera jakości. W części tej, ankietowani mają za zadanie nadać wagi, szeregując wskazane dziewięć cech od 1 – najważniejszej do 9 – najmniej istotnej.

Trzecia część ankiety odnosi się do nadania wag, uszeregowania najczęstszych przyczyn nieprawidłowego przeprowadzenia procesu wzrokowej kontroli jakości. Dziewięć przyczyn należy uszeregować od 1 – najważniejsza, do 9 – najmniej istotna.

Ostania, czwarta część kwestionariusza, odnosi się do charakterystyki badanych, stażu pracy, wieku, poprzedniego stanowiska pracy, wykształcenia, branży w której obecnie respondent jest zatrudniony, rodzaju prowadzonej kontroli jakości na stanowisku – 100%, losowa, samokontrola, kontrola dedykowana, międzyoperacyjna, finalna czy inna.

3.2.3. Charakterystyka badanych

W badaniu wzięło udział 86 pracowników wzrokowej kontroli jakości, zatrudnionych na stałe we wskazanych 4 zakładach produkcyjnych. Wśród ankietowanych znalazło się 31 kobiet i 55 mężczyzn.

Wiek respondentów mieści się w przedziale od 21 do 57 lat. Mediana wynosi 26 lat. Ankietowanych podzielono na grupy wiekowe >21- ≤24 lata – 22 osoby, >24-≤30 lat – 32 osoby, >30-≤40 lat – 10 osób oraz powyżej 40 lat – 8 badanych.

Ankietowani zatrudnieni są w branży wyrobów drewnopochodnych, w zakładach produkujących panele podłogowe – 21 osób i płyty meblowe – 65 osób.

Struktura wykształcenia wśród badanych wygląda następująco: podstawowe 0, zawodowe zadeklarowało 16 osób, średnie 29 osób i wyższe 40 respondentów. Jedna osoba nie udzieliła odpowiedzi na to pytanie.

Staż pracy został podzielony na przedziały od >0 do ≤6 miesięcy – 24 osoby od >6-12≤ miesięcy – 13 osób, >12-≤36 miesięcy – 32 osoby oraz powyżej >36 miesięcy – 17 osób. Mediana stażu pracy dla badanej grupy wynosiła 19 miesięcy. Najdłuższy staż pracy wynosił 84 miesiące, a najkrótszy – 2 miesiące.

Wśród poprzednich stanowisk pracy, odpowiedzi ankietowanych podzielono na trzy grupy – praca w kontroli jakości – 17 osób, brak wcześniejszego stanowiska – pierwsza praca 31 osób oraz inne (np. pakowacz, magazynier, elektromonter etc.), 27 osób. Odpowiedzi na to pytanie nie udzieliło 11 osób.

W zakresie rodzaju wykonywanej kontroli, w ankiecie wskazano na 3 grupy klasyfikacji kontroli, jakie pracownicy prowadzą w ramach powierzonych im zadań. Ankietowani wskazali wszystkie rodzaje kontroli, jakie w ramach realizowanych zadań prowadzili.

- a) Ze względu na dobór próby w prowadzonej kontroli:
 - kontrola 100% (pełna) – 71 odpowiedzi oraz losowa (wrywkowa) – 44 badanych.
- b) Ze względu na rodzaj kontroli:
 - samokontrola 34 ankietowanych oraz kontrola dedykowana 23 respondentów.
- c) Ze względu na umiejscowienie kontroli w procesie:
 - kontrola międzyoperacyjna – 18 badanych oraz kontrola finalna – 48 ankietowanych.

Ankietowani odpowiedzieli także na pytania dotyczące rodzaju błędów, z jakimi mają do czynienia w realizowanych procesach wzrokowej kontroli jakości. Mogli wybrać kilka odpowiedzi z dwóch grup – błędy powtarzalne – 58 osób i jednostkowe 54 osoby oraz błędy znane 56 badanych i nieznanne 25 respondentów. Zestawienie charakterystyki respondentów w ujęciu procentowym przedstawiono w tabeli 9.

Tab. 9. Charakterystyka badanych.

| Charakterystyka | Procentowe ujęcie odpowiedzi respondentów | |
|-----------------------------|---|-----|
| Płeć | Kobiety: | 36% |
| | Mężczyźni: | 64% |
| Wiek | >24-≤25lat: | 31% |
| | >25-≤30lat: | 44% |
| | >30-≤40lat: | 14% |
| | >40 lat: | 11% |
| Wykształcenie | Podstawowe: | 0% |
| | Zawodowe: | 19% |
| | Średnie: | 34% |
| | Wyższe: | 47% |
| Staż pracy | 0-≤6 m-cy: | 28% |
| | >6-≤12 m-cy: | 28% |
| | >12-≤36 m-cy: | 37% |
| | >36 m-cy: | 20% |
| Poprzednie stanowisko pracy | Kontrola jakości: | 23% |
| | Pierwsza praca: | 41% |
| | Inne: | 36% |
| Typ kontrolowanych wyrobów | Płyty meblowe: | 76% |
| | Panele podłogowe: | 24% |
| Rodzaj kontroli | Pełna (100%): | 62% |
| | Wrywkowa: | 38% |
| | Samokontrola: | 60% |
| | Kontrola dedykowana: | 40% |
| | Międzyoperacyjna: | 27% |
| Rodzaje błędów | Kontrola finalna: | 73% |
| | Powtarzalne: | 52% |
| | Jednostkowe: | 48% |
| | Znane: | 69% |
| | Nieznane: | 31% |

3.2.4. Klasyfikacja ważności cech kontrolerów jakości

Kluczowa część badania ankietowego składała się z dwóch tabel, w których respondenci nadali wagi od 1 – najważniejsza do 9 – najmniej istotna.

Pierwsza tabela dotyczyła subiektywnej oceny najważniejszych cech dobrego kontrolera jakości. Wśród cech zidentyfikowanych w oparciu o wyniki analizy literatury, opisanej w rozdziale 1.5. niniejszej rozprawy oraz definiowanych na końcu ankiety, znalazły się:

- decyzyjność – umiejętność podjęcia decyzji, prawo lub możliwość decydowania o czymś lub o kimś (Jełowicki et al., 1979),

- determinacja – zdecydowanie w dążeniu do celu pomimo napotkanych trudności (PWN, 2021),
- doświadczenie – ogół wiadomości i umiejętności zdobytych na podstawie obserwacji i własnych przeżyć (PWN, 2021),
- inteligencja – sprawność w zakresie czynności poznawczych; w języku potocznym przez inteligencję rozumie się najczęściej zdolność rozwiązywania problemów praktycznych. Zdolnością uczenia się na podstawie własnych doświadczeń oraz zdolnością przystosowania się do otaczającego środowiska. Zdolność myślenia, rozwiązywania problemów oraz angażowania adekwatnych do okoliczności procesów poznawczych (takich jak np.: uczenie się, szybkość przetwarzania informacji, zasoby uwagi, pamięć robocza, kontrola poznawcza), od których zależy skuteczność przystosowania się do nowych sytuacji i sprawność działania (Nęcka, 1994),
- kondycja zdrowotna / sprawność fizyczna – stan pełnego fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu / umiejętność rozwiązywania przez człowieka zadań ruchowych lub zdolność do efektywnego i ekonomicznego wykonywania pracy mięśniowej. Definicja wg World Healthy Organisation, (za Borys, 2010),
- motywacja – proces regulacji psychicznych, nadający energię zachowaniu człowieka i ukierunkowujący je; może mieć charakter świadomy lub nieświadomy. Stan gotowości do podjęcia określonego działania, wzbudzony potrzebą zespół procesów psychicznych i fizjologicznych, określających podłoże określonych zachowań i ich zmian (Pięta, 2014),
- spostrzegawczość – cecha, dzięki której szybko i łatwo spostrzegamy wiele rzeczy, szczegółów (Ombach, 1969),
- temperament – zespół cech osobowości, kategoryzowany najczęściej na:
 - choleryk – temperament człowieka, którego reakcje uczuciowe są szybkie, silne i długotrwałe;
 - flegmatyk – temperament człowieka, którego reakcje są powolne, słabe i krótkotrwałe;
 - melancholik – temperament człowieka, którego reakcje są powolne, słabe, lecz długotrwałe;

- sangwinik – temperament człowieka, którego reakcje uczuciowe są szybkie, silne, lecz krótkotrwałe (Pracka, 2021),
- wykształcenie – umiejętności zdobyte w jakiejś dziedzinie, przygotowanie do wypełnienia określonych obowiązków (PWN, 2021).

Wyniki zebranych ankiet poddano analizie metodą Thurstona, którą autor szczegółowo omówił i przedstawił w rozdziale 2.2 rozprawy, wykorzystując do omówienia metody dane z badań własnych. Finalnie, analiza pozwoliła na uzyskanie wyników w postaci uszeregowanych według ważności cech, pożądanych u pracowników wzrokowej kontroli jakości. Do cech tych zaliczyć należy (w układzie alfabetycznym): decyzyjność (Kr1), determinację (Kr2), doświadczenie (Kr3), inteligencję (Kr4), koordynację zdrowotną/sprawność fizyczną (Kr5), motywację (Kr6), spostrzegawczość (Kr7), temperament (Kr8) oraz wykształcenie (Kr9). Zebrane dane po przekształceniu metodą Thurstona, zaprezentowane są w poniższej tabeli 10.

Tab. 10. Wyniki analizy Thurstona.

| | kryteria (j) | Wn |
|-----|---------------------|-----------|
| Kr1 | Decyzyjność | 0,7775 |
| Kr2 | Determinacja | 0,4803 |
| Kr3 | Doświadczenie | 1,000 |
| Kr4 | Inteligencja | 0,6541 |
| Kr5 | Kondycja zdrowia | 0,3044 |
| Kr6 | Motywacja | 0,4274 |
| Kr7 | Spostrzegawczość | 0,9006 |
| Kr8 | Temperament | 0,1000 |
| Kr9 | Wykształcenie | 0,6721 |

Wyniki odnoszą się do zidentyfikowanych kluczowych cech idealnego kontrolera jakości. Segregując uzyskane w oparciu o badanie ankietowe i zastosowaną metodę Thurstona rezultaty, w tabeli 11 przedstawiono wyniki określające ważność poszczególnych cech od najważniejszych do najmniej istotnych.

Tab. 11. Uszeregowane wyniki analizy Thurstona.

| | kryteria (j) | Wn |
|-----|---------------------|-----------|
| Kr3 | Doświadczenie | 1,000 |
| Kr7 | Spostrzegawczość | 0,9006 |
| Kr1 | Decyzyjność | 0,7775 |
| Kr9 | Wyszkolenie | 0,6721 |
| Kr4 | Inteligencja | 0,6541 |
| Kr2 | Determinacja | 0,4803 |
| Kr6 | Motywacja | 0,4274 |
| Kr5 | Kondycja zdrowia | 0,3044 |
| Kr8 | Temperament | 0,1000 |

Za najważniejsze uznaje się doświadczenie, następnie spostrzegawczość, decyzyjność, wyszkolenie, inteligencję, determinację, motywację, kondycję zdrowia oraz na końcu temperament.

3.2.5. Ocena ważności czynników wpływających na proces wzrokowej kontroli jakości

Druga część badania ankietowego przeprowadzonego wśród pracowników wzrokowej kontroli jakości, obejmowała tabelę wskazującą zidentyfikowane najczęstsze przyczyny nieprawidłowego przeprowadzenia wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Respondenci określili ważność każdej z dziewięciu przyczyn. Jest to część badań uzupełniających, ponieważ celem głównym pracy było stworzenie metody doboru kontrolera jakości przez zastosowanie zagregowanego wskaźnika dobroci kontrolera. Autor wyszedł z założenia, iż kluczowym podejściem powinno być dostosowanie warunków pracy do człowieka, co jest jednym z głównych postulatów ergonomii, wpisujących się w jej definicję.

Ważność warunków pracy, wpływających na nieprawidłowo przeprowadzony proces WKJ w skali od 1 – najważniejsze do 9 – najmniej ważne, odnosiły się do kryteriów wybranych do badania w oparciu o wyniki analizy literaturowej, przeprowadzonej w rozdziale 1.3.1 oraz 1.7. W ankiecie znalazły się czynniki związane ze środowiskiem pracy oraz sposobem realizacji zadania roboczego przez pracownika, takie jak:

- hałas,
- mikroklimat,
- oświetlenie,
- monotonia pracy,

- nieprzestrzeganie instrukcji pracy,
- nieuwaga pracownika,
- pośpiech,
- zmęczenie pracownika,
- inne (do wskazania przez respondenta).

Wyniki ankiet poddano analizie z wykorzystaniem metody Thurstona, zgodnie z procedurą opisaną i zaprezentowaną w rozdziale 2.2. W efekcie przeprowadzonego działania uzyskano zestawienie czynników wpływających na nieprawidłową realizację procesu wzrokowej kontroli jakości w postaci rankingu. Listę uszeregowaną od najważniejszego do najmniej istotnego czynnika przedstawiono w tabeli 12. Zawiera ona zestawienie wyników badań ankietowych 86 respondentów, którzy odpowiadając na pytanie „*Jakie Twoim zdaniem są najczęstsze przyczyny nieprawidłowego przeprowadzenia kontroli jakości*”, uszeregowali czynniki według kryterium ważności, od najważniejszego – 1, do najmniej istotnego – 9. Pod numerami zakodowano alfabetycznie następujące czynniki: Kc1 – hałas, Kc2 – inne, Kc3 – mikroklimat, Kc4 – monotonia, Kc5 – nieprzestrzeganie instrukcji, Kc6 – nieuwaga pracownika, Kc7 – oświetlenie, Kc8 – pośpiech, Kc9 – zmęczenie pracownika.

Tab. 12. Zestawienie wyników badań. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ.

| | Kc1 | Kc2 | Kc3 | Kc4 | Kc5 | Kc6 | Kc7 | Kc8 | Kc9 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| K1 | 7 | 9 | 8 | 6 | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 |
| K2 | 4 | 2 | 3 | 7 | 6 | 1 | 5 | 9 | 8 |
| K3 | 7 | 9 | 3 | 6 | 2 | 1 | 8 | 4 | 5 |
| K4 | 9 | 4 | 3 | 7 | 8 | 6 | 2 | 1 | 5 |
| K5 | 8 | 9 | 5 | 4 | 7 | 6 | 3 | 2 | 1 |
| K6 | 5 | 9 | 2 | 4 | 8 | 7 | 3 | 6 | 1 |
| K7 | 6 | 4 | 7 | 8 | 9 | 2 | 5 | 1 | 3 |
| K8 | 8 | 7 | 5 | 3 | 1 | 6 | 4 | 2 | 0 |
| K9 | 6 | 9 | 7 | 1 | 2 | 5 | 8 | 3 | 4 |
| K10 | 6 | 9 | 5 | 1 | 2 | 4 | 7 | 8 | 3 |
| K11 | 8 | 9 | 7 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 2 |
| K12 | 7 | 9 | 8 | 5 | 1 | 2 | 6 | 4 | 3 |
| K13 | 4 | 9 | 8 | 1 | 7 | 5 | 6 | 2 | 3 |
| K14 | 4 | 9 | 8 | 3 | 7 | 2 | 6 | 5 | 1 |
| K15 | 3 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 2 | 1 |
| K16 | 1 | 9 | 8 | 2 | 7 | 3 | 4 | 6 | 5 |
| K17 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| K18 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 | 1 | 2 |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K19 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| K20 | 4 | 9 | 5 | 7 | 8 | 6 | 3 | 1 | 2 |
| K21 | 6 | 9 | 7 | 8 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| K22 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| K23 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| K24 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| K25 | 2 | 9 | 8 | 6 | 7 | 5 | 3 | 1 | 4 |
| K26 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| K27 | 2 | 9 | 3 | 4 | 8 | 7 | 1 | 5 | 6 |
| K28 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| K29 | 5 | 9 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| K30 | 5 | 9 | 7 | 6 | 8 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| K31 | 4 | 9 | 8 | 1 | 7 | 5 | 6 | 2 | 3 |
| K32 | 5 | 9 | 7 | 6 | 8 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| K33 | 8 | 9 | 7 | 6 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| K34 | 2 | 9 | 4 | 7 | 8 | 1 | 6 | 5 | 3 |
| K35 | 4 | 9 | 3 | 6 | 7 | 8 | 5 | 1 | 2 |
| K36 | 8 | 9 | 1 | 6 | 2 | 4 | 5 | 3 | 7 |
| K37 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| K38 | 7 | 8 | 9 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| K39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K40 | 2 | 7 | 5 | 1 | 9 | 8 | 4 | 6 | 3 |
| K41 | 6 | 2 | 8 | 1 | 7 | 9 | 3 | 5 | 4 |
| K42 | 9 | 7 | 8 | 4 | 2 | 5 | 6 | 1 | 3 |
| K43 | 6 | 4 | 8 | 9 | 5 | 7 | 1 | 3 | 2 |
| K44 | 8 | 9 | 5 | 6 | 7 | 4 | 1 | 4 | 2 |
| K45 | 7 | 9 | 8 | 3 | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 |
| K46 | 8 | 7 | 6 | 1 | 9 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| K47 | 6 | 9 | 8 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| K48 | 7 | 9 | 8 | 6 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| K49 | 2 | 3 | 1 | 6 | 8 | 9 | 5 | 7 | 4 |
| K50 | 8 | 5 | 7 | 2 | 9 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| K51 | 8 | 9 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| K52 | 9 | 3 | 5 | 2 | 4 | 6 | 7 | 8 | 1 |
| K53 | 8 | 6 | 7 | 2 | 9 | 4 | 5 | 1 | 3 |
| K54 | 3 | 4 | 5 | 2 | 6 | 1 | 7 | 8 | 9 |
| K55 | 9 | 1 | 5 | 3 | 4 | 2 | 6 | 7 | 8 |
| K56 | 8 | 9 | 4 | 3 | 1 | 6 | 7 | 5 | 2 |
| K57 | 8 | 9 | 7 | 2 | 3 | 4 | 6 | 1 | 5 |
| K58 | 7 | 8 | 9 | 5 | 4 | 2 | 6 | 1 | 3 |
| K59 | 8 | 9 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| K60 | 1 | 2 | 3 | 9 | 8 | 5 | 6 | 4 | 7 |
| K61 | 7 | 8 | 9 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| K62 | 5 | 1 | 3 | 4 | 8 | 9 | 2 | 6 | 2 |
| K63 | 1 | 2 | 3 | 8 | 6 | 4 | 5 | 9 | 7 |
| K64 | 9 | 8 | 6 | 7 | 1 | 3 | 4 | 5 | 2 |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K65 | 4 | 2 | 3 | 1 | 8 | 9 | 7 | 6 | 5 |
| K66 | 2 | 1 | 6 | 8 | 9 | 5 | 7 | 4 | 3 |
| K67 | 2 | 1 | 6 | 8 | 9 | 5 | 7 | 4 | 3 |
| K68 | 3 | 7 | 5 | 1 | 9 | 8 | 4 | 6 | 2 |
| K69 | 7 | 8 | 9 | 5 | 4 | 2 | 6 | 1 | 3 |
| K70 | 8 | 2 | 6 | 1 | 9 | 4 | 5 | 3 | 7 |
| K71 | 8 | 5 | 7 | 2 | 9 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| K72 | 5 | 3 | 1 | 4 | 8 | 6 | 7 | 9 | 2 |
| K73 | 6 | 4 | 8 | 9 | 5 | 7 | 1 | 3 | 2 |
| K74 | 2 | 7 | 5 | 1 | 9 | 8 | 4 | 6 | 3 |
| K75 | 6 | 8 | 9 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| K76 | 3 | 7 | 5 | 1 | 8 | 9 | 4 | 6 | 2 |
| K77 | 9 | 2 | 5 | 3 | 4 | 6 | 7 | 1 | 8 |
| K78 | 7 | 8 | 9 | 5 | 4 | 2 | 6 | 1 | 3 |
| K79 | 7 | 9 | 8 | 2 | 4 | 2 | 6 | 3 | 1 |
| K80 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| K81 | 1 | 4 | 8 | 9 | 5 | 7 | 6 | 3 | 2 |
| K82 | 9 | 8 | 4 | 3 | 1 | 6 | 5 | 7 | 2 |
| K83 | 8 | 9 | 7 | 5 | 3 | 4 | 6 | 1 | 2 |
| K84 | 8 | 9 | 7 | 5 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| K85 | 8 | 5 | 7 | 6 | 9 | 1 | 3 | 4 | 9 |
| K86 | 8 | 5 | 7 | 6 | 9 | 1 | 3 | 4 | 9 |

Dane, będące wynikiem badań ankietowych z tabeli 12, przekształcono w macierz, zgodnie z metodą Thurstona, którą prezentuje tabela 13. Macierz obrazuje proporcję wyników badań, zestawiając w wierszach i kolumnach oceniane kryteria. Po przekątnej, na przecięciu tych samych kryteriów, wpisano wartość proporcji „0”, ponieważ nie może wystąpić proporcja pomiędzy tymi samymi parametrami. Dla pozostałych punktów przecięcia wierszy i kolumn, wpisano wartość wynikową wskazującą dominację jednego kryterium nad drugim – kolumny nad wierszem. Wartości te wynikają z ustalenia, ilu ankietowanych oceniło dane kryterium jako ważniejsze od przeciwległego.

Tab. 13. Proporcja wyników badań. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ.

| Badany | Kc1 | Kc2 | Kc3 | Kc4 | Kc5 | Kc6 | Kc7 | Kc8 | Kc9 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kc1 | 0,00 | 0,31 | 0,43 | 0,64 | 0,45 | 0,70 | 0,70 | 0,74 | 0,78 |
| Kc2 | 0,69 | 0,00 | 0,65 | 0,79 | 0,64 | 0,74 | 0,79 | 0,83 | 0,78 |
| Kc3 | 0,57 | 0,35 | 0,00 | 0,62 | 0,50 | 0,72 | 0,74 | 0,73 | 0,80 |
| Kc4 | 0,36 | 0,21 | 0,38 | 0,00 | 0,37 | 0,64 | 0,53 | 0,60 | 0,65 |
| Kc5 | 0,55 | 0,36 | 0,50 | 0,63 | 0,00 | 0,64 | 0,65 | 0,74 | 0,74 |
| Kc6 | 0,30 | 0,26 | 0,28 | 0,36 | 0,36 | 0,00 | 0,35 | 0,67 | 0,63 |
| Kc7 | 0,30 | 0,21 | 0,26 | 0,47 | 0,35 | 0,65 | 0,00 | 0,59 | 0,69 |
| Kc8 | 0,26 | 0,17 | 0,27 | 0,40 | 0,26 | 0,33 | 0,41 | 0,00 | 0,48 |
| Kc9 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,35 | 0,26 | 0,37 | 0,31 | 0,52 | 0,00 |

Dane z macierzy tabeli 13 przekształca się z wykorzystaniem dystrybuanty standardowego rozkładu normalnego, dostępnego w tablicach matematycznych (tab. 14.). W wyniku przekształcenia, otrzymano wartości standaryzowane, służące do przedstawienia ważności poszczególnych kryteriów. Wartości te pochodzą z tablic standardowego rozkładu normalnego dystrybuanty ze strony Statsoft (21.11.2021), www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fsttable.html.

Tab. 14. Dystrybuanty rozkładu normalnego wg Statsoft dnia 21.11.2021.

www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fsttable.html

| | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0,0000 | 0,0040 | 0,0080 | 0,0120 | 0,0160 | 0,0199 | 0,0239 | 0,0279 | 0,0319 | 0,0359 |
| 0,1 | 0,0398 | 0,0438 | 0,0478 | 0,0517 | 0,0557 | 0,0596 | 0,0636 | 0,0675 | 0,0714 | 0,0753 |
| 0,2 | 0,0793 | 0,0832 | 0,0871 | 0,0910 | 0,0948 | 0,0987 | 0,1026 | 0,1064 | 0,1103 | 0,1141 |
| 0,3 | 0,1179 | 0,1217 | 0,1255 | 0,1293 | 0,1331 | 0,1368 | 0,1406 | 0,1443 | 0,1480 | 0,1517 |
| 0,4 | 0,1554 | 0,1591 | 0,1628 | 0,1664 | 0,1700 | 0,1736 | 0,1772 | 0,1808 | 0,1844 | 0,1879 |
| 0,5 | 0,1915 | 0,1950 | 0,1985 | 0,2019 | 0,2054 | 0,2088 | 0,2123 | 0,2157 | 0,2190 | 0,2224 |
| 0,6 | 0,2257 | 0,2291 | 0,2324 | 0,2357 | 0,2389 | 0,2422 | 0,2454 | 0,2486 | 0,2517 | 0,2549 |
| 0,7 | 0,2580 | 0,2611 | 0,2642 | 0,2673 | 0,2704 | 0,2734 | 0,2764 | 0,2794 | 0,2823 | 0,2852 |
| 0,8 | 0,2881 | 0,2910 | 0,2939 | 0,2967 | 0,2995 | 0,3023 | 0,3051 | 0,3078 | 0,3106 | 0,3133 |
| 0,9 | 0,3159 | 0,3186 | 0,3212 | 0,3238 | 0,3264 | 0,3289 | 0,3315 | 0,3340 | 0,3365 | 0,3389 |
| 1 | 0,3413 | 0,3438 | 0,3461 | 0,3485 | 0,3508 | 0,3531 | 0,3554 | 0,3577 | 0,3599 | 0,3621 |

Określone wartości standaryzowane oraz minimalna (Z_{min}) i maksymalna (Z_{max}) wartość średniej arytmetycznej spośród średnich Z_n zawiera poniższa tabela 15.

Tab. 15. Wartości standaryzowane. Czynniki wpływające na nieprawidłowe przeprowadzenie WKJ płyt drewnopochodnych.

| | Kc1 | Kc2 | Kc3 | Kc4 | Kc5 | Kc6 | Kc7 | Kc8 | Kc9 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kc1 | | 0,1179 | 0,1664 | 0,2389 | 0,1736 | 0,2580 | 0,2580 | 0,2704 | 0,2823 |
| Kc2 | 0,2549 | | 0,2422 | 0,2852 | 0,2389 | 0,2704 | 0,2852 | 0,2967 | 0,2823 |
| Kc3 | 0,2157 | 0,1368 | | 0,2324 | 0,1915 | 0,2642 | 0,2704 | 0,2673 | 0,2881 |
| Kc4 | 0,1406 | 0,0832 | 0,1480 | | 0,1443 | 0,2389 | 0,2019 | 0,2257 | 0,2422 |
| Kc5 | 0,2088 | 0,1844 | 0,1915 | 0,2357 | | 0,2389 | 0,2422 | 0,2704 | 0,2704 |
| Kc6 | 0,1179 | 0,1406 | 0,1103 | 0,1406 | 0,1406 | | 0,1368 | 0,2486 | 0,2357 |
| Kc7 | 0,1179 | 0,0832 | 0,1026 | 0,1808 | 0,1368 | 0,2422 | | 0,2224 | 0,2549 |
| Kc8 | 0,1026 | 0,0675 | 0,1064 | 0,1554 | 0,1026 | 0,1293 | 0,1591 | | 0,1844 |
| Kc9 | 0,0871 | 0,0871 | 0,0793 | 0,1368 | 0,1026 | 0,1443 | 0,1217 | 0,1985 | |
| Zn | 0,1557 | 0,1126 | 0,1433 | 0,2007 | 0,1539 | 0,2233 | 0,2094 | 0,2500 | 0,2550 |
| Wn | 0,3026 | 0,0000 | 0,2159 | 0,6187 | 0,2898 | 0,7770 | 0,6797 | 0,9646 | 1,0000 |

Kryterium ważności W_n poddano przeskalowaniu, ze względu na fakt, iż unormowanie w przedziale 0-1 stanowi, iż najniższej rangi kryterium uzyska wartość „0”, co może być problematyczne w dalszych przekształceniach arytmetycznych i interpretacji wyników (w rozważanym w pracy wyniku, taka sytuacja zachodzi dla kryterium Kc2. Po przeskalowaniu do przedziału (0;1) otrzymujemy następujące wyniki (tab.16.).

Tab. 16. Przeskalowane wyniki. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ.

| kryterium (j) | Kc1 | Kc2 | Kc3 | Kc4 | Kc5 | Kc6 | Kc7 | Kc8 | Kc9 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Wn | 0,3723 | 0,1000 | 0,2943 | 0,6569 | 0,3608 | 0,7993 | 0,7117 | 0,9682 | 1,0000 |

Kc1 – hałas, Kc2 – inne, Kc3 – mikroklimat, Kc4 – monotonia, Kc5 – nieprzestrzeganie instrukcji, Kc6 – nieuwaga pracownika, Kc7 – oświetlenie, Kc8 – pośpiech, Kc9 – zmęczenie pracownika

Szeregując powyższe cechy według kryterium ważności, ranking czynników wpływających na nieprawidłowe przeprowadzenie procesu wzrokowej kontroli jakości, według badanych, prezentuje się następująco (tab.17.).

Tab. 17. Uszeregowane wyniki analizy Thurstona. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ.

| | kryteria (j) | Wn |
|-----|---|-----------|
| Kc8 | Zmęczenie pracownika | 1,000 |
| Kc7 | Pośpiech | 0,9682 |
| Kc6 | Nieuwaga pracownika | 0,7993 |
| Kc3 | Oświetlenie | 0,7117 |
| Kc4 | Monotonia | 0,6569 |
| Kc1 | Hałas | 0,3723 |
| Kc5 | Nieprzestrzeganie instrukcji pracy | 0,3608 |
| Kc2 | Mikroklimat | 0,2943 |
| Kc9 | Inne (praca w nocy, brak szkolenia, naciski przełożonych) | 0,1000 |

3.3. Ocena cech pożądanych u pracowników wzrokowej kontroli jakości

Kolejnym etapem badań, była ocena pracowników wzrokowej kontroli jakości dokonana przez przełożonego pracowników, lidera w osobie kierownika działu. Ocena ta została przeprowadzona dla przykładowego zespołu dziesięciu pracowników w wybranym zakładzie.

Kierownik zapewnienia jakości, będący bezpośrednim przełożonym, odpowiedzialnym za ocenę, dobór, rozwój i zarządzanie personelem, ocenił dziesięciu podległych mu kontrolerów według formularza ankiety zaproponowanego przez autora. Ocena w pięciostopniowej skali Lickerta (gdzie 1 to ocena najniższa, 5 – najwyższa), odnosiła się do dziewięciu cech kontrolerów, takich jak doświadczenie, spostrzegawczość, decyzyjność, wykszolenie, inteligencja, determinacja, motywacja, kondycja zdrowotna i temperament – takich samych, jak te wskazane w fazie badań ankietowych, w zakresie określenia ważności cech kontrolera jakości.

Oceniający – kierownik – nie został zapoznany z wynikami analizy ankiet kontrolerów dotyczących oceny ważności kryteriów, nie miał świadomości, które cechy kontrolera uznano za najważniejsze. Zabieg ten miał na celu wyeliminowanie ewentualnego sugerowania się

przez oceniającego ważnością kryteriów oceny. Wyniki badania ankietowego przeprowadzonej oceny pracowników przez lidera zespołu, przełożonego kształtowały się następująco (tab.18).

Tab. 18. Wyniki badań oceny pracowników WKJ.

| l.p. | Cecha | Kontroler | | | | | | | | | |
|------|----------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 |
| 1 | Decyzyjny | 2 | 5 | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| 2 | Zdeterminowany | 2 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | Doświadczony | 1 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| 4 | Inteligentny | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | Sprawny fizycznie | 5 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| 6 | Zmotywowany do pracy | 4 | 4 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 5 | 2 |
| 7 | Spostrzegawczy | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 8 | Temperamentny | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 | 3 | 5 |
| 9 | Wyszkolony | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 |

Wyniki badań oceny kontrolerów, wraz z określoną ważnością cech kontrolerów – a więc tzw. zagregowany wskaźnik dobroci kontrolera, poddano analizie z wykorzystaniem metody TOPSIS (omówionej w rozdziale 2.3.). Celem przeprowadzonej analizy, było uzyskanie wyniku wskazującego który pracownik wzrokowej kontroli jakości, w odniesieniu do określonych w badaniu cech pożądanych u kontrolerów, jest najlepszy – najbliższy ideałowi, a który od ideału jest najdalszy – najbliższy anty-ideałowi. Ranking kontrolerów, będący efektem wynikowym metody TOPSIS, posłużył do stworzenia rankingu kontrolerów, ich kwalifikacji, przydatności do realizacji powierzonych zadań wzrokowej kontroli jakości (tab.19).

Tab. 19. Ranking kontrolerów. Analiza TOPSIS.

| Kontroler | Wynik |
|-----------|--------|
| K1 | 0,2795 |
| K2 | 0,8564 |
| K3 | 0,3552 |
| K4 | 0,4182 |
| K5 | 0,7396 |
| K6 | 0,7977 |
| K7 | 0,6868 |
| K8 | 0,5124 |
| K9 | 0,5263 |
| K10 | 0,7602 |

Z powyższej tabeli wynika, iż najbliższym idealnego kontrolera jest pracownik z numerem 2, a najdalej (a zarazem najbliższym do kontrolera anty-idealnego) jest pracownik z numerem 1. Wyniki analizy TOPSIS można zmodyfikować tak, aby powstały klastry – grupy kontrolerów, którzy są do siebie bardzo zbliżeni. Ma to uzasadnienie ze względu na zastosowanie praktyczne metody. Pozwoli to na wzajemne zastępowanie pracowników najbardziej do siebie zbliżonych pod względem posiadanych, najważniejszych cech. Modyfikując analizę TOPSIS, uzyskujemy wyniki w postaci 5 klastrów, otrzymując pogrupowanych kontrolerów, z uwzględnieniem odległości klastra od ideału i anty-ideału (tab.20).

Tab. 20. Ranking kontrolerów. Analiza TOPSIS modyfikowana.

| Kontroler | Wynik | Wynik modyfikowany |
|-----------|--------|--------------------|
| K1 | 0.2795 | 2 |
| K2 | 0.8564 | 9 |
| K3 | 0.3552 | 4 |
| K4 | 0.4182 | 4 |
| K5 | 0.7396 | 8 |
| K6 | 0.7977 | 9 |
| K7 | 0.6868 | 8 |
| K8 | 0.5124 | 6 |
| K9 | 0.5263 | 6 |
| K10 | 0.7602 | 9 |

Można zatem zauważyć, iż kontrolerzy K2, K6 i K10 są porównywalni pod względem bliskości w stosunku do idealnego kontrolera. Kontrolerzy K5 i K7 są następni w kolejności. W nieco większej odległości uplasowali się kontrolerzy K8 i K9, następnie K3 i K4, a na końcu kontroler K1.

Powyższe wyniki pozwoliły na pogrupowanie kontrolerów na 5 zespołów, uwzględniając zagregowany wskaźnik dobroci kontrolera, definiowany ważnością pożądanymi u kontrolerów cech oraz oceną poziomu posiadania przez kontrolerów tychże cech.

Wzrokowa kontrola jakości, jak już wspomniano wcześniej, prowadzona jest na określonym stanowisku pracy. Aby można było mówić o zapewnieniu prawidłowych warunków pracy, należy te warunki scharakteryzować, sparametryzować i ocenić, a w przypadku wyników niezgodnych, poddać działaniom korygującym, w celu uzyskania warunków oczekiwanych – i ponownie ocenić.

3.4. Lista kontrolna oceny stanowiska wzrokowej kontroli jakości w branży drewnopochodnej

System wzrokowej kontroli jakości w branży płyt drewnopochodnych, zgodnie z wnioskami z badań literaturowych, a także wynikiem przeprowadzonego badania określającego ważności poszczególnych czynników, opisanego w części 3.2.5. dysertacji, koncentruje się na takich charakterystykach, jak:

- hałas,
- oświetlenie,
- mikroklimat,
- pozycja przy pracy,
- dostępność do prawidłowej instrukcji pracy,
- zmęczenie pracowników.

Wyżej wymienione charakterystyki są szczegółowo opisane w normach, dyrektywach i przepisach prawa, przywołanych w rozdziale 1.7 dysertacji – w dużej mierze zawierają się w kręgu zainteresowań ergonomii. Jeśli którykolwiek ze wskazanych parametrów nie spełnia wymagań, należy zastosować procedurę działań naprawczych, celem skorygowania otrzymanych wartości. Dodatkowo, jak wynika z literatury przedstawionej w tabeli 2 (wykaz

badania w obszarze czynników wpływających na prawidłowe przeprowadzenie procesu wzrokowej kontroli jakości, strona 73 niniejszej rozprawy), wskazane jest przeprowadzenie badania dwutorowo. Należy zweryfikować wartości mierzalne oraz prowadzić obserwację pracy na stanowisku. Czynności te powinny zostać przeprowadzone przez kompetentne osoby, specjalistę ds. ergonomii lub bhp. Dodatkowo, należy także poznać i przeanalizować subiektywne odczucia pracowników, za pomocą badania ankietowego czy wywiadu. Pracownicy oceniają, czy dane parametry otoczenia, w tym materialnego środowiska pracy są dla nich optymalne, czy wymagają poprawy. Jak wskazuje literatura (Khajenasiri, 2016; Pedersen, 2010; Alshebli, 2015; Szalma i Hancock, 2011, 2012), ze względu na zróżnicowanie indywidualnych cech pracowników, odczucia subiektywne, wywoływane przez hałas, oświetlenie czy mikroklimat są ważniejsze, niż zmierzone, odniesione do wymogów normatywnych wartości.

Pozycja przy pracy także jest szeroko opisana w literaturze. Wiele metod do oceny pozycji przy pracy jest dostępnych w postaci narzędzi elektronicznych czy analogowych. Do najczęściej stosowanych zaliczyć należy metodę Ovako Working Analysis System (OWAS) oraz jej elektroniczny odpowiednik WinOWAS, Rapid Upper Limb Assessment (RULA), czy Rapid Entire Body Assessment (REBA), która jest z powodzeniem stosowana przez działy BHP w wielu firmach (Lasota, Hankiewicz, 2015). Autor zaleca, aby po stwierdzeniu nieprawidłowości, podjąć działania w postaci ćwiczeń regeneracyjnych, zalecanych chociażby przez Centralny Instytut Ochrony Pracy (CIOP) w ramach programu „Aktywni w pracy 2020”.

Instrukcja pracy pojawia się w literaturze przedmiotu głównie w odniesieniu do stwierdzenia, czy jest dostępna i zgodna z zaleceniami (Blaga, 2015; Haug, 2015; Ławniczak et al., 2014). W przestudiowanej literaturze autor nie natrafił na badania oceniające wpływ nieprzestrzegania instrukcji pracy na wynik kontroli jakości, stąd ujęcie tego zagadnienia w części badawczej. W przypadku wykrycia niezgodności w instrukcji pracy, należy ją skorygować. Można posłkować się wymaganiami zawartymi w normie ISO 20607, bądź licznymi publikacjami w tym zakresie. Proces doskonalenia, czy korekcji treści instrukcji jest prosty i nie wymaga specjalnych nakładów finansowych. Czynnikiem ten wzięto pod uwagę podczas badań ankietowych wśród pracowników wzrokowej kontroli jakości, aby potwierdzić jego znaczenie w kontekście wpływu na prawidłowe przeprowadzanie procesu kontroli.

Zmęczenie jest kolejnym czynnikiem często wskazywanym w literaturze. Jest to parametr mogący wpływać na przeprowadzanie procesu wzrokowej kontroli jakości (Guzaitis, 2008;

Kujawińska, Vogt, 2013; Graber, 1999; Ketic at al., 2013). Zmęczenie jest niejako efektem wynikowym pracy, na który wpływać mogą m.in. warunki pracy, takie jak hałas, oświetlenie czy rytm i tempo pracy, pozycja przy pracy, przerwy w pracy, wydatek energetyczny i inne czynniki. Zmęczenie jest zmienne w czasie, na który de facto pracodawca może wpłynąć poprzez zmianę warunków pracy. Zmęczenie zależy także od cech pracownika, przede wszystkim od jego kondycji zdrowotnej, fizjologicznej wydolności. Jest powiązany z ogólną kondycją psychoruchową i odpornością na zmęczenie. Czynnikiem ten wpływa także na nieuwagę pracownika, wywołaną – oprócz wcześniej wymienionych czynników – także długotrwałą koncentracją uwagi.

W oparciu o wyniki analizy literaturowej, autor sporządził uproszczoną listę kontrolną do oceny stanowiska pracy (tab. 21.), dla kluczowych kategorii systemu wzrokowej kontroli jakości branży wyrobów drewnopochodnych, wpisujących się zakresem w obszar zainteresowań ergonomii. Prezentowana lista składa się z dwóch części – oceny obserwatora oraz oceny subiektywnej pracowników wzrokowej kontroli jakości. Zestawienie wyników obu części, pozwoli uzyskać odpowiedź na pytanie, czy stanowisko spełnia wymagania, czy też wymaga działań korygujących wskazanych czynników wpływających na proces WKJ. Kategorie zostały uszeregowane pod względem ważności, zgodnie z wynikami badania ankietowego poddanymi analizie Thurstona. Jeśli w wyniku przeprowadzonej oceny z wykorzystaniem poniższego formularza (tab.21.) okaże się, iż kontrolowane stanowisko wymaga poprawy, należy działania korygujące rozpocząć od czynników wskazanych jako najważniejsze. Dzięki takiemu postępowaniu uzyskamy znaczące rezultaty w pierwszej kolejności.

Tab. 21. Lista kontrolna oceny stanowiska WKJ.

| Lp | Kategorie wg ważności | Ocena obserwatora | Ocena subiektywna (pożądana odpowiedź wyboldowana) |
|-----------|------------------------------|--|--|
| 1. | Zmęczenie | Pożądana: Pracownicy nie są zmęczeni pracą | Praca męcząca Praca nie męcząca |
| 2. | Pośpiech | Pożądana: Pośpiech nie wynika z tempa procesu | Pośpiech występuje Pośpiech nie występuje |

| | | | |
|----|------------------------------------|---|---|
| 3. | Nieuwaga pracownika | Pożądana: Pracownik zachowuje uwagę | Ciągła koncentracja uwagi Koncentracja uwagi z przerwami |
| 4. | Oświetlenie | Wartość pożądana: 800lx - 1600 lx | Za słabe Prawidłowe Za mocne |
| 5. | Monotonia | Pożądane: Nie występuje monotonia | Praca monotonna Praca niemonotonna |
| 6. | Hałas | Wartość pożądana: ≤ 85 dbA / 8 godzin ≤ 115 dbA Max. poziom dźwięku ≤135 dbA Szczytowy poziom dźwięku | Hałas akceptowalny Hałas nieakceptowalny |
| 7. | Nieprzestrzeganie instrukcji pracy | Pożądana instrukcja pracy: <ul style="list-style-type: none"> - dostępna - kompletna - jednoznaczna - zawiera potrzebne informacje - czytelna - zrozumiała - aktualna | Brak instrukcji Instrukcja prawidłowa Instrukcja nieprawidłowa |
| 8. | Mikroklimat | Wartości pożądane: Temperatura: 19-23°C Wilgotność powietrza: 40-70% Max. prędkość powietrza: <ul style="list-style-type: none"> - 0,2 m/s (okres grzewczy) - 0,3 m/s (okres chłodniczy) | Mikroklimat odpowiedni Mikroklimat nie odpowiedni |

Dualny system oceny stanowiska pracy daje dużo szersze spojrzenie, uwzględniające wskazywane w literaturze subiektywne odczucia pracowników oraz ocenę obserwatora wraz z weryfikacją czynników mierzalnych. Uzyskanie wyników pożądaných w ocenie obserwatora oraz w ocenie subiektywnej pozwala domniemać, iż warunki pracy są odpowiednie. Jeśli którakolwiek z odpowiedzi nie jest zgodna z pożądanymi wartościami, należy podjąć działania korygujące, prowadzące do poprawy danego parametru. Jak wykazała analiza literatury, wymieniona w rozdziale 1.7., istnieje wiele publikacji i badań w obszarze środowiska pracy, które można wykorzystać do skonaląc daną kategorię. Po wprowadzonych działaniach

doskonalących, zaleca się ponowne przeprowadzenie oceny według formularza tabeli 21, potwierdzając uzyskanie pożądanego wyniku.

3.5. Lista kontrolna do oceny istotności i trudności wzrokowej kontroli jakości

Istotność i trudność wzrokowej kontroli jakości, zostały zdefiniowane oraz przeanalizowane w aspekcie doniesień literaturowych, w rozdziale 1.6 niniejszej pracy. Przeprowadzona analiza literatury wykazała, iż grupa czynników definiująca trudność i istotność jest znacząca z punktu widzenia realizacji procesu kontroli jakości. Jest to jeden z trzech filarów systemu wzrokowej kontroli jakości, związany z obiektem technicznym – zaraz obok człowieka i otoczenia.

Narzędziem do oceny istotności i trudności wzrokowej kontroli jakości jest zaproponowana przez autora lista pytań, bazująca na wynikach przeprowadzonego badania literaturowego. Lista została zaprezentowana w tabeli 22. Przedstawione narzędzie ułatwia znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy analizowany, konkretny proces wzrokowej kontroli jakości jest istotny oraz trudny. Odpowiedź na te dwa kluczowe pytania wspomaga proces decyzyjny związany z doбором odpowiedniego personelu do realizacji zadań wzrokowej kontroli jakości, w określonym środowisku pracy. Z założenia, do procesu istotnego i trudnego powinno się skierować najbliższego ideałowi kontrolera, zapewniając mu możliwie najodpowiedniejsze warunki pracy. Ujęcie systemowe procesu WKJ, bazujące na trzech filarach, przyczyni się do wzrostu pozytywnych efektów prowadzonych działań kontrolnych, jak również do zwiększonego komfortu w pracy, co nie pozostaje bez znaczenia zarówno dla pracowników jak i pośrednio dla samego procesu kontroli.

Tab. 22. Lista pytań do oceny trudności i istotności WKJ.

| Istotność WKJ | | |
|--|---|-----------------|
| odpowieź TAK na którekolwiek pytanie oznacza istotną WKJ | | |
| | PYTANIE | ODPOWIEŹ |
| 1. | Czy przepuszczenie wadliwego wyrobu ma krytyczne znaczenie dla kolejnej operacji, etapu, procesu wytwarzania / klienta? | TAK NIE |
| 2. | Czy przepuszczona wada wyrobu/wyrób wadliwy może zostać wykryta/ty podczas kolejnych operacji, etapów procesów produkcji? | TAK NIE |

| Trudność WKJ | | |
|---|--|------------------|
| odpowiedź TAK oznacza trudność w procesie WKJ | | |
| | PYTANIE | ODPOWIEDŹ |
| 1. | Czy wyrób jest konstrukcyjnie złożony, skomplikowany? | TAK NIE |
| 2. | Czy wady są trudno widoczne? | TAK NIE |
| 3. | Czy mogą wystąpić nieznane błędy/wady w wyrobie? | TAK NIE |
| 4. | Czy wady mogą wystąpić w różnych miejscach w wyrobie? | TAK NIE |
| 5. | Czy błędy występują cyklicznie (powtarzają się z określoną częstotliwością)? | TAK NIE |
| 6. | Czy błędy pojawiają się rzadko? | TAK NIE |
| 7. | Czy naraz występuje duża liczba błędów? | TAK NIE |

Podjęcie decyzji opartej na wypracowanej przez autora metodzie doboru pracowników do procesu wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych, daje możliwość przeprowadzenia procesu w sposób odpowiednio wykorzystujący potencjał pracowniczy.

3.6. System wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych

W rozprawie autor przytacza system oparty na trzech wzajemnie na siebie oddziałujących filarach: człowiek – obiekt techniczny – otoczenie.

Opracowana w rozprawie metoda doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych, oparta została na kilku aspektach. Autor przeprowadził analizę literatury, zdefiniował trudność i istotność analizowanego procesu przez pryzmat obiektu technicznego – wyrobu i charakterystykę wad w nim występujących. Zaprojektował i przeprowadził badania ankietowe, wskazujące na ważność cech kontrolerów oraz wagę czynników wpływających na proces WKJ. Zaimplementował analizę Thurstona dla wyników obu części badania ankietowego oraz zaproponował formularz badania ankietowego do oceny kontrolerów, który został wykorzystany w pracy. Wyniki badań ankietowych dotyczących cech kontrolera, zdefiniowanych jako zagregowany wskaźnik dobroci kontrolera, poddał analizie metodą TOPSIS, osiągając tym samym główny cel pracy.

Obiekt techniczny, jakim jest płyta drewnopochodna, został ujęty w aspekcie trudności i istotności wzrokowej kontroli jakości. Badania literaturowe pozwoliły na stworzenie narzędzia w postaci autorskiego, uproszczonego formularza – listy kontrolnej do oceny istotności i trudności WKJ. Formularz uwzględnia miejsce kontroli w procesie, jego skutki oraz sam wyrób jak i jego wady. Mając wiedzę na temat trudności procesu wzrokowej kontroli

jakości, możemy podjąć decyzję w zakresie doboru odpowiedniego kontrolera do danego procesu wzrokowej kontroli jakości.

Otoczenie – warunki pracy zostały ujęte w aspekcie czynników warunkujących proces WKJ, wskazanych w literaturze przedmiotu. Wśród nich wskazano takie czynniki, jak hałas, oświetlenie czy mikroklimat, a także pozycję przy pracy, zmęczenie, pośpiech, monotonię, nieuwagę pracownika czy dostęp do prawidłowej instrukcji na stanowisku roboczym. Ze względu na brak jasnego wskazania, które z wyżej wymienionych kategorii są najważniejsze, autor w ramach badań ankietowych, uszeregował kryteria od najważniejszego do najmniej istotnego – wykorzystując w analizie metodę Thurstona. Zaproponowany autorski formularz skróconej listy kontrolnej składa się z dwóch części – oceny obserwatora oraz oceny subiektywnych odczuć pracowników. Zastosowanie dualnego układu oceny pozwala na szersze spojrzenie, uwzględniając zarówno odczucia pracowników jak i ocenę obserwatora. Wnioski płynące z obu źródeł dają odpowiedź na pytanie, czy otoczenie, w którym przeprowadzana jest wzrokowa kontrola jakości wymaga zmian, czy spełnia wymagania.

System wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych, to taki, który spełnia wskazane w pracy wymagania stawiane w obszarze obiektu technicznego, opisanego w rozdziale 3.5. oraz otoczenia, scharakteryzowanego w rozdziale 3.4. Jego trzecia składowa – człowiek, jest zmienną zależną, którą należy dobierać według wypracowanej w niniejszej rozprawie metody, a następnie dostosować do niej warunki, w jakich proces WKJ się odbywa.

ROZDZIAŁ 4. METODA DOBORU PRACOWNIKÓW W SYSTEMIE WZROKOWEJ KONTROLI JAKOŚCI PŁYT DREWNOPOCHODNYCH

4.1. Opis metody

Przeprowadzone w rozprawie badania literaturowe, badania ankietowe i opracowane narzędzia w postaci list kontrolnych, udowodniły słuszność podejścia zaproponowanego w pracy. Wynikową konkluzją badań jest zaprezentowana w postaci schematu blokowego metoda, odnosząca się w swojej treści do trzech procesów. Doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych, oceny trudności i istotności procesu oraz wstępnej oceny warunków pracy. Zaprezentowany poniżej schemat odnosi się do rozdziałów

i formularzy list kontrolnych zaproponowanych przez autora w pracy, w ujęciu tabelarycznym. Schemat przedstawia klasyczne ujęcie systemu, składającego się z trzech elementów:

- człowiek – kontroler WKJ,
- obiekt techniczny – płyta drewnopochodna,
- otoczenie – warunki pracy.

Człowiek. Metoda koncentruje się na aspekcie doboru pracowników wzrokowej kontroli jakości bliskiego ideału. Zaproponowany proces postępowania pozwala sklasyfikować personel pod kątem posiadania pożądanych cech idealnego kontrolera. Ocena kontrolerów oraz dalsza ich klasyfikacja ma szerokie zastosowanie praktyczne. Służyć może także do klasyfikacji pracowników, a co za tym idzie do budowy poziomów zaszeregowania finansowego, czy siatki wynagrodzeń, różnicowania personelu w obszarze WKJ. Daje także podstawę do tworzenia indywidualnych ścieżek rozwoju zawodowego pracowników, czy planowania szkoleń i podnoszenia kompetencji oraz kwalifikacji personelu.

W ujęciu operacyjnym, prezentowana metoda daje podstawę pracownikom zarządzającym personelem wzrokowej kontroli jakości do odpowiedniego wykorzystania potencjału ludzkiego w zależności od poziomu zbliżenia do ideału i potrzeb procesowych, definiowanych trudnością i istotnością WKJ. Takie działanie przekłada się bezpośrednio na koszty angażowania pracowników do odpowiednich zadań, co jest jednym z ważniejszych aspektów kontroli jakości w ogóle.

Obiekt techniczny. Metoda pozwala na przeprowadzenie oceny istotności i trudności wzrokowej kontroli jakości, dając cztery możliwe scenariusze. Najbliższy ideałowi kontroler powinien w pierwszej kolejności podejmować działania w obszarze trudnego i istotnego procesu wzrokowej kontroli jakości. Oczywiście, samo narzędzie w postaci listy kontrolnej pozwala nam uzyskać odpowiedź na więcej pytań związanych z przedmiotem kontroli. Jest to drugi kontekst danych, dający decydentowi informację, jak w odpowiedni sposób wykorzystać potencjał ludzki którym dysponuje, w zależności od trudności i istotności danego procesu kontroli. Patrząc nieco szerzej na opisywane zagadnienie, informacje pozyskane z badań pomogą także w planowaniu zatrudniania pracowników z odpowiednim poziomem kompetencji – „odległości” od ideału. Zależność ta jest warunkowana ilością i rodzajem – a więc istotnością i trudnością – procesów wzrokowej kontroli jakości w organizacji. Taka

analiza pozwoli na oszacowanie niezbędnych zasobów do realizacji zadań kontrolnych, co także przekłada się pośrednio na koszty prowadzonych procesów WKJ.

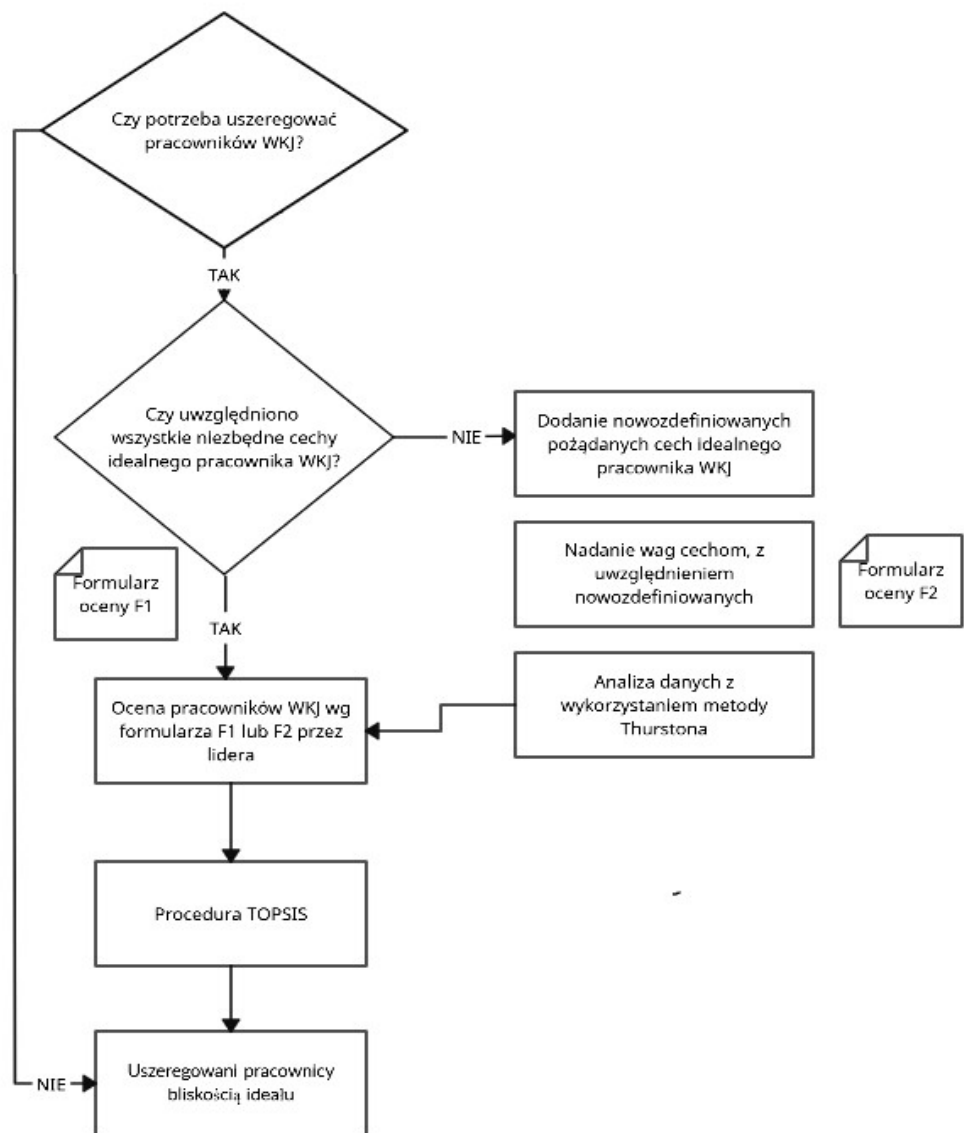
Otoczenie. Metoda pozwala ocenić stanowisko wzrokowej kontroli jakości według zaproponowanego formularza, uwzględniającego zarówno ocenę obserwatora jak i odczucia pracowników. Takie ujęcie problemu pozwala na doskonalenie warunków pracy, co w dalszej perspektywie przekłada się na bezpieczeństwo i higienę pracy oraz odczuwany komfort w pracy. W dobie rozwoju cywilizacyjnego coraz więcej pracowników zwraca uwagę na oferowane warunki pracy na stanowisku, co przyczynia się do wzrostu zadowolenia z pracy oraz przywiązania pracowników do organizacji, która o nich dba. Zaproponowana lista kontrolna uwzględnia dualne podejście do obszaru warunków pracy. Z jednej strony daje możliwość dokonania oceny przez obserwatora, odnosi się do obiektywnych wartości mierzalnych oraz niezależnych uwag obserwującego. Z drugiej strony zwraca uwagę na personalne predyspozycje pracowników, wskazując, iż odczuwanie warunków pracy jest indywidualne i może być różne. W gruncie rzeczy otoczenie powinno być dopasowane do pracownika, zapewniać mu komfortowe, bezpieczne i możliwie najlepsze warunki pracy, umożliwiające realizację powierzonych zadań.

W rezultacie zastosowania metody otrzymamy uszeregowanych kontrolerów jakości od najbliższego ideałowi do najbardziej od ideału odbiegającego, pogrupowanych w klastry, co w zastosowaniu praktycznym daje możliwość wzajemnego zastępowania się przez pracowników.

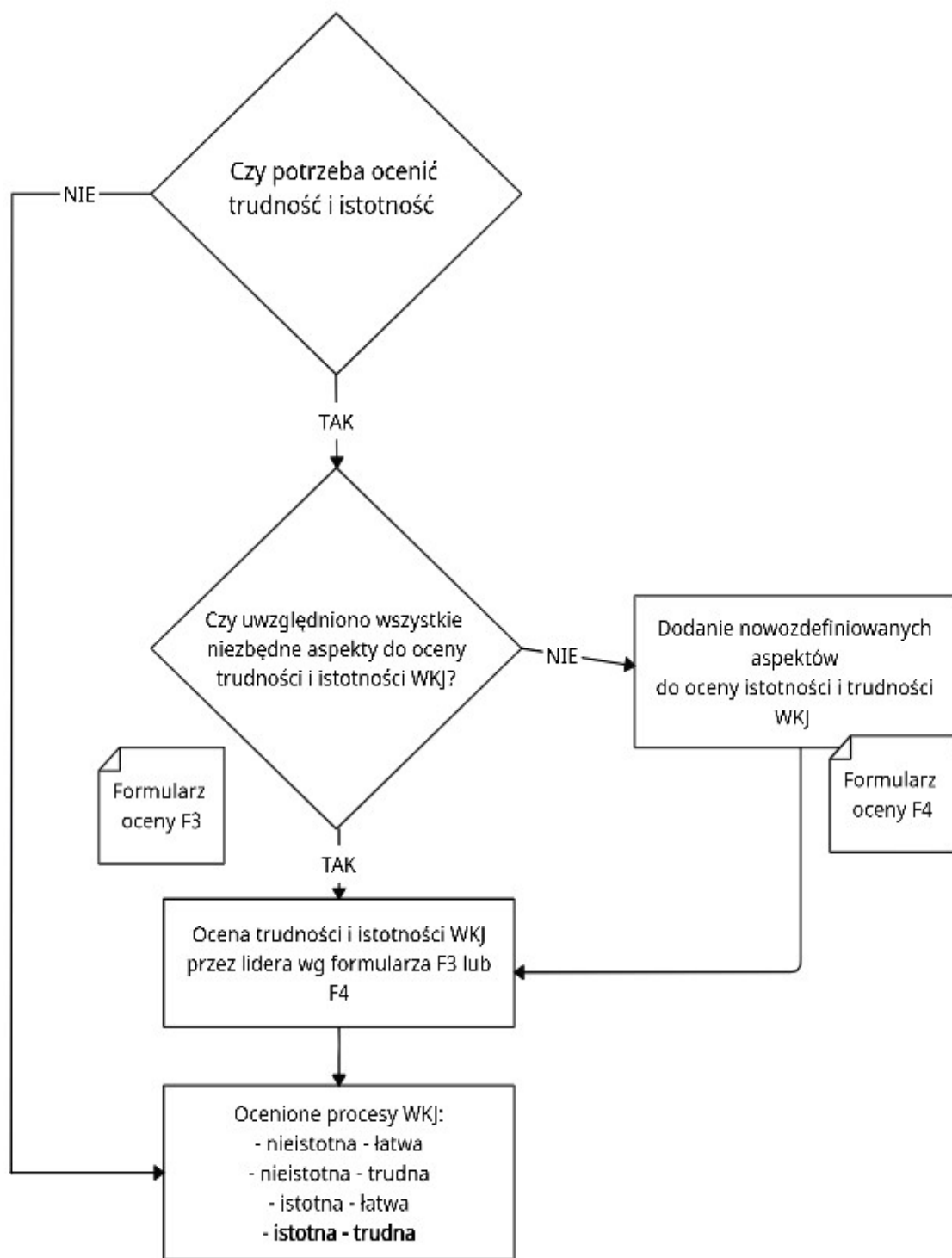
Drugim efektem są ocenione stanowiska wzrokowej kontroli jakości pod kątem trudności i istotności procesu, zdefiniowane przez pryzmat wyrobu i charakterystykę wad w wyrobie, opisaną przez pryzmat atrybutów technicznych wyrobów, takich jak skomplikowanie wyrobu, złożoność, struktura, liczebność, rodzaj oraz wielkość, a także rodzaje występujących oraz mogących wystąpić błędów, ich powtarzalność, częstotliwość występowania, różnorodność czy umiejscowienie w wyrobie, a także przez pryzmat następstw, konsekwencji niewłaściwej detekcji i decyzji podjętej przez kontrolera na danym stanowisku.

Trzecim aspektem są ocenione i dostosowane zarówno do wymagań normatywnych ale także do odczuć subiektywnych pracowników, warunki pracy na stanowisku wzrokowej kontroli jakości. Dostosowanie z uwzględnieniem zarówno oceny obiektywnej bazującej na obserwacji i pomiarach czynników mierzalnych, ale także, czy wręcz przede wszystkim na odczuciach konkretnych pracowników realizujących proces na danym stanowisku kontrolnym,

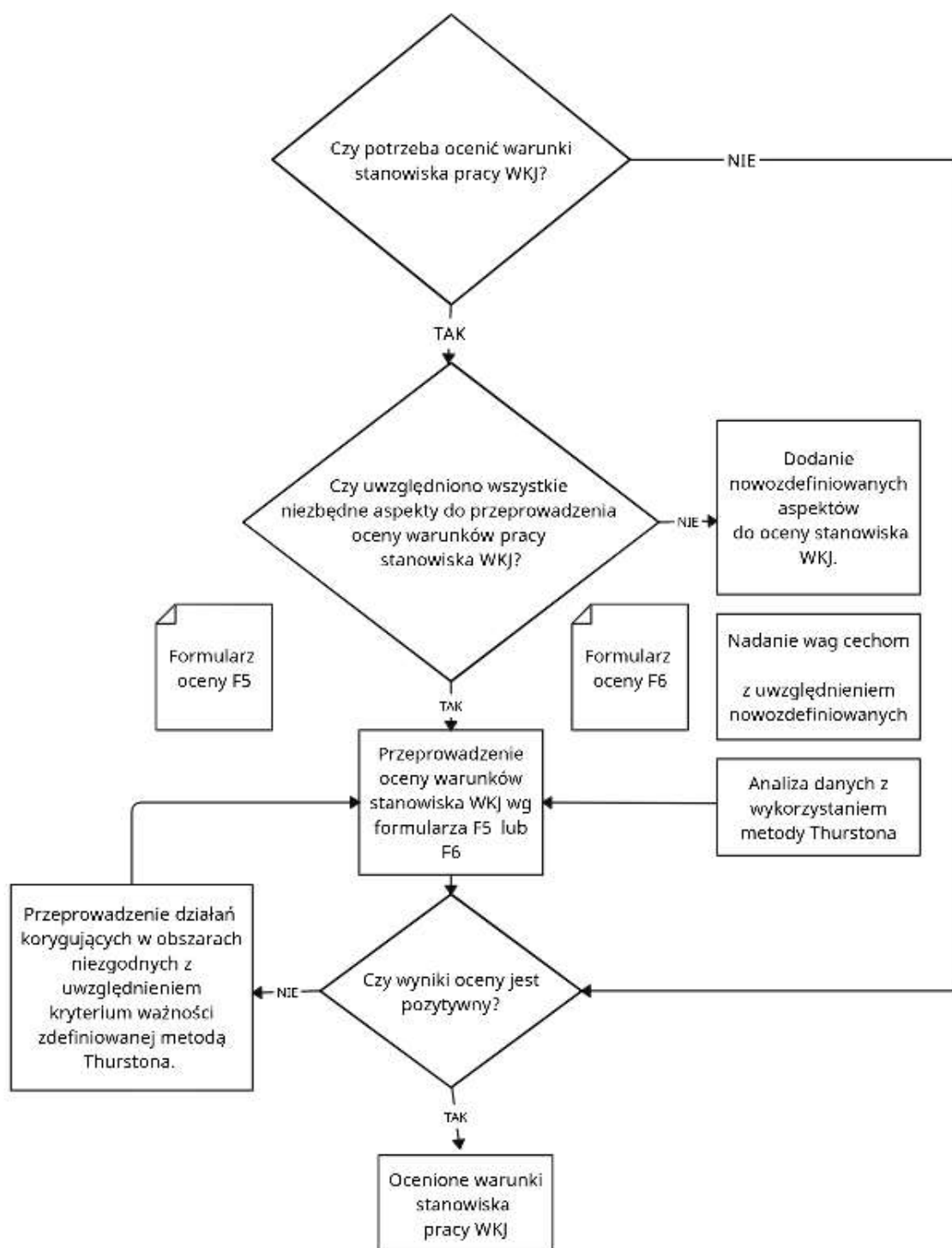
przyczyni się do wzrostu skuteczności procesu oraz do zwiększenia poczucia komfortu i zadowolenia z pracy pracowników WKJ. Uzyskujemy zatem odpowiedź na pytanie będące zarazem tematem pracy – w jaki sposób dobrać pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Do trudnego i istotnego procesu wzrokowej kontroli jakości, dobieramy najbliższego ideałowi pracownika – grupę pracowników/klaster, zapewniając możliwie najlepsze, pożądane warunki pracy, oceniane w sposób obiektywny przez obserwatora oraz subiektywny przez kontrolerów realizujących proces na danym stanowisku. Model w formie schematów blokowych, składających się na wypracowaną w ramach niniejszej dysertacji metodę, przedstawiono na poniżej zaprezentowanych schematach (rys. 6., rys.7. oraz rys.8.).



Rys. 6. Procedura doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 7. Procedura oceny trudności i istotności procesu WKJ w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Procedura oceny warunków stanowiska pracy WKJ w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione powyżej schematy blokowe obrazują metodę doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Schematy te w pełni ukazują sposób postępowania, wraz ze wskazaniem formularzy, zaprezentowanych w pracy w dziale „załączniki”, pod odpowiednimi numerami.

- F1 Formularz do oceny kontrolerów jakości WKJ,
- F2 Formularz do oceny warunków pracy WKJ,
- F3 Formularz do oceny trudności i istotności WKJ.

Metodę zweryfikowano w następujący sposób. Uporządkowanych pod względem rankingu dobroci kontrolerów przedstawiono kierownikom odpowiedzialnym za zarządzanie procesem wzrokowej kontroli jakości, którzy potwierdzili przydatność zaproponowanego rozwiązania do organizacji pracy oraz uszeregowania poszczególnych kontrolerów w zakresach odpowiednich dla ich kompetencji.

4.2. Nowatorstwo metody na tle alternatywnych sposobów rozwiązania problemu

Przyjęty przez autora sposób doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości jest nowatorską formą ujęcia problemu, pomimo tego, że był on i jest przedmiotem wielu badań. See (2017), koncentrował się na określeniu cech „doskonałego” kontrolera – ale nie określił ważności tychże cech. Tariq (2021), wskazuje aspekty indywidualne pośród cech kontrolerów. Battini et al. (2011, 2015, 2017), określiła znaczenie ergonomii w kształtowaniu warunków pracy, przez pryzmat ich wpływu na pracownika. Wspomniane w pracy publikacje nie wyczerpują w pełni tematu oraz nie ukazują holistycznego ujęcia problematyki doboru pracowników do systemu wzrokowej kontroli jakości.

W kontekście zastosowania metod czy narzędzi do oceny pracowników czy kandydatów na pracowników, wiele publikacji dostępnych jest w obszarze psychologii i socjologii, a także w literaturze dedykowanej dla działów personalnych (Orme, 2016; Islami, Mulolli, Mustafa 2018; Bučkova, 2021).

Reasumując, alternatywne metody koncentrują się w głównej mierze na ogólnych trendach i wytycznych związanych z doбором pracowników i testami prowadzonymi w

ramach procesów rekrutacji, często ujmowanych kompleksowo w ramach tzw. „assessment center”, ale nie pozwalają na systemowe uporządkowanie i dobór pracowników w spektrum problemów WKJ branży drewnopochodnej.

W kontekście stosowania modeli decyzyjnych w doborze pracowników, Kang et al. (2017), zaproponował model oparty na trzech kryteriach – błędach inspekcji, ilości inspekcji oraz kosztach inspekcji. Podobny model zaproponował Ramzan et al. (2019), uwzględniając koszt inspekcji, jakość wyjściową i ilość kontrolowaną. W metodzie tej sklasyfikowano inspektorów ze względu na umiejętności – o niskich, średnich i wysokich umiejętnościach. Wykorzystanie metod oceny pracowników zaproponowali chociażby Maharati i Sena (2020), tworząc MFEM (Multi Factor Evaluation Method) oraz MAUT (Multi Attribute Utility Theory), służące diagnozie cech pracowników, uzyskując finalnie ranking pracowników. Metoda ta jest bardzo interesująca i uniwersalna, niemniej jednak nie uwzględnia aspektów związanych z procesem wzrokowej kontroli jakości.

Rahim i Supiyandi et al. (2018), posłużyli się metodą TOPSIS do oceny pracowników według czterech kryteriów z uwzględnieniem ocen alternatywnych. Autor niniejszej rozprawy także zastosował metodę TOPSIS, a następnie nieco ją zmodyfikował, celem ułatwienia korzystania z wyników metody w praktyce. W efekcie uzyskuje się klastry pracowników, w ujęciu bliskości ideału i odległości od antyideału (zgodnie z klasyczną metodą TOPSIS), ale także rankinguje się pracowników między sobą (modyfikowany TOPSIS).

Wyżej wymienione metody, w porównaniu do metody zaproponowanej przez autora, nie odnoszą się do cech osobowościowych pracowników wzrokowej kontroli jakości, a raczej koncentrują się na skuteczności samego procesu. Można zatem domniemać, że ich zastosowanie jest nieco inne. Metody opisane na bazie analizy literatury, pozwalają na dobór pracowników ze względu na osiągnięte rezultaty, nie uwzględniając w procesie oceny cech indywidualnych danego kontrolera.

Metoda zaprezentowana w niniejszej dysertacji, oprócz uwzględnienia cech indywidualnych kontrolerów i odniesieniu ich do cech idealnego kontrolera, koncentruje się także na doborze kontrolerów do trudnego i istotnego procesu wzrokowej kontroli jakości, z uwzględnieniem zapewnienia możliwie najlepszych warunków pracy. Ujmuje zatem tematykę nieco szerzej, nie tylko z punktu widzenia samego kontrolera, ale całego systemu wzrokowej kontroli jakości. Warto zauważyć, iż metoda proponowana przez autora w niniejszej dysertacji, uwzględnia także specyficzne wymagania konkretnej branży, co z jednej

strony zawęży jej uniwersalność, ale z drugiej strony umożliwia zastosowanie w konkretnych uwarunkowaniach wybranej i omówionej gałęzi przemysłu, stanowiąc swoiste *novum* w holistycznym podejściu do systemu wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Z rozmów prowadzonych przez autora z przedstawicielami branży, zarówno tematyka jak i samo podejście do problemu stanowi praktyczne rozwiązanie, stąd założenie autora, iż metoda znajdzie zastosowanie w praktyce przemysłowej.

PODSUMOWANIE

W dysertacji przedstawiono obecne trendy związane z realizacją procesu wzrokowej kontroli jakości, zarówno w aspekcie automatyzacji jak i roli człowieka w drugiej dekadzie XXI wieku, w procesach wzrokowej kontroli jakości. Koncentrując się na analizie procesu wzrokowej kontroli jakości, w ramach przeprowadzonych badań literaturowych, autor wskazał na kluczowe znaczenie człowieka, warunków pracy oraz przedmiotu kontroli jako istotnych zagadnień w realizacji procesu WKJ. Takie podejście wpisuje się w definicję systemu, na który składają się człowiek – obiekt techniczny – otoczenie, wraz z zachodzącymi między nimi oddziaływaniami. W dysertacji autor przybliżył także wyniki badań wstępnych, jakościowych, które utwierdziły go w przekonaniu, iż poprawa warunków pracy zwiększa skuteczność procesu wzrokowej kontroli jakości.

Pogłębiona analiza literatury pozwoliła na znalezienie odpowiedzi na pytanie, co wpływa na prawidłowo przeprowadzony proces wzrokowej kontroli jakości. Wiąże się to z człowiekiem, obiektem technicznym jak i otoczeniem – warunkami pracy, w jakich proces jest realizowany. Dalsza część analizy literatury pozwoliła znaleźć odpowiedź na pytanie, jakie cechy powinny charakteryzować idealnego pracownika wzrokowej kontroli jakości, w jakich warunkach kontrola ta powinna być prowadzona, a także jakie parametry definiują trudność i istotność procesu WKJ w przemyśle płyt drewnopochodnych.

O ile w obszarze parametrów definiujących trudność i istotność WKJ badanie literaturowe dało satysfakcjonującą odpowiedź, o tyle zagadnienia związane z określeniem cech idealnego kontrolera oraz oceną warunków pracy w procesie WKJ nie zostały wyczerpane, co doprowadziło do zdefiniowania głównego celu pracy.

Celem naukowym, głównym i zarazem poznawczym pracy, było ustalenie sposobu doboru pracowników do procesu wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Cel ten został zrealizowany w następujących krokach:

1. Badanie literaturowe w aspekcie określenia cech idealnego kontrolera WKJ oraz określenia kluczowych warunków pracy.
2. Badanie ankietowe, określające wagi poszczególnych cech idealnego kontrolera WKJ oraz kluczowych warunków pracy.
3. Analiza danych ankietowych z wykorzystaniem metody Thurstona, celem uzyskania sklasyfikowanej listy cech pracownika WKJ oraz sklasyfikowanej listy kluczowych warunków pracy.
4. Badanie ankietowe - ocena pracowników WKJ przez lidera w zakresie cech wskazanych w badaniu literaturowym.
5. Analiza TOPSIS uwzględniająca zagregowany wskaźnik dobroci kontrolera, a więc ważność cech kontrolera idealnego oraz ocenę poziomu posiadania cech pożądanych u kontrolera, w wytypowanej grupie kontrolerów jednego z zakładów produkcyjnych, szeregująca pracowników WKJ względem bliskości do ideału i odległości od anty-ideału.
6. Zmodyfikowana analiza TOPSIS, pozwalająca na pogrupowanie uszeregowanych pracowników w klastry, grupując kontrolerów pod względem podobieństwa posiadanych cech pożądanych u kontrolerów idealnych.

Celem utylitarnym pracy, było opracowanie zbioru rekomendacji w obszarze systemu wzrokowej kontroli jakości, definiowanych poprzez dobór odpowiedniego kontrolera przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiednich warunków pracy oraz uwzględnieniu trudności i istotności procesu kontroli. Cel ten został zrealizowany w oparciu o analizę literatury przedmiotu i opisany we wstępie do niniejszej rozprawy.

Pierwszym celem pobocznym zrealizowanym w pracy, było opracowanie listy kontrolnej do wstępnej oceny warunków pracy. Jest to narzędzie wspomagające proces oceny, które w prosty i szybki sposób pozwala na dokonanie ewaluacji danego stanowiska. Formularz w swojej treści przywołuje aspekty wskazane w badaniu literaturowym oraz sklasyfikowane w ramach badania ankietowego. Wyniki badania ankietowego pozwoliły na uszeregowanie czynników wpływających na WKJ, co z kolei przekłada się na podejmowanie działań korygujących w pierwszej kolejności w najważniejszych z punktu widzenia samych kontrolerów obszarach. Formularz oceny warunków pracy odnosi się, zgodnie z zaleceniami literatury przedmiotu, zarówno do ocen obserwatora, jak i do ocen subiektywnych

pracowników. Dualne podejście do kwestii oceny warunków pracy, pozwala na spełnienie wymagań wynikających z przepisów prawa w kontekście chociażby materialnego środowiska pracy i wymagań bhp, ale także, a być może przede wszystkim, dba o zapewnienie komfortu pracowników, poprzez wsluchanie się w ich potrzeby i odczucia.

Drugim celem pobocznym było opracowanie formularza listy kontrolnej do oceny istotności i trudności procesu wzrokowej kontroli jakości. Zaproponowane narzędzie bazuje na wytycznych wskazanych w literaturze przedmiotu. Istotność definiowana jest w odniesieniu do ryzyka, jakie niesie ze sobą przepuszczenie wyrobów niezgodnych do kolejnych procesów i/lub do użytkownika finalnego. Trudność z kolei rozpatrywana jest przez pryzmat skomplikowania wyrobów, ilości, rodzaju i lokalizacji wad w wyrobach, częstotliwości występowania wad, możliwości ich wykrycia, czy ich powtarzalności. Zestaw pytań zawartych w formularzu pozwala w szybki sposób ocenić, czy dany proces jest istotny i trudny.

Trzecim celem pobocznym było określenie roli człowieka w procesie wizualnej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Cel ten został zrealizowany na bazie analizy literatury i szczegółowo omówiony we wprowadzeniu do niniejszej dysertacji.

Finalnie przedstawiono metodę, która w warunkach praktycznego zastosowania, pozwala na klasyfikację i pogrupowanie pracowników WKJ w klastry, które obejmują podobnych do siebie kontrolerów, w kontekście ich odległości od ideału i anty-ideału. Metoda pozwala na delegowanie pracowników o cechach najbliższych ideałowi kontrolera WKJ do zadań kontrolnych istotnych i trudnych, wykorzystując ich potencjał, przy zapewnieniu odpowiednich – również sklasyfikowanych – warunków pracy. Daje podstawę do budowania siatki wynagrodzeń, a także impuls do formułowania ścieżek rozwoju i szkoleń dla pracowników zakwalifikowanych do niższych grup, a więc pracowników dalszych od ideału. Kolejnym zastosowaniem metody może być dobór pracowników w zespołach kontrolerskich. Dzięki jej zastosowaniu, można pozyskać informacje zwrotną dla działów rekrutacyjnych - jakich kontrolerów należy poszukiwać, o jakich cechach charakteru.

Metoda, będąca efektem zrealizowanych w pracy celów, na którą składają się wyżej wymienione narzędzia i procesy, pozwoliła na dobór pracowników WKJ, do trudnego i istotnego procesu wzrokowej kontroli jakości, z zapewnieniem odpowiednich warunków pracy.

W dysertacji udzielono także odpowiedzi na postawione pytania badawcze, wynikające z określonych przez autora problemów badawczych.

Odpowiedź na pierwsze pytanie badawcze, a zarazem rozwiązanie głównego problemu badawczego, dotyczyło podmiotu kontroli, a więc pracowników realizujących proces WKJ płyt drewnopochodnych. Postawione pytanie brzmiało następująco:

- P1a. Jaka jest ważność zidentyfikowanych, pożądanych cech kontrolera jakości płyt drewnopochodnych?

Odpowiedź na to pytanie została przedstawiona w rozdziale 1.5.2 i bazuje na przeprowadzonym badaniu literaturowym, opisując pożądane cechy kontrolerów jakości, mające znaczenie w procesie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Wśród cech tych wyróżniono decyzyjność, determinację, doświadczenie, inteligencję, kondycję zdrowotną/sprawność fizyczną, motywację, spostrzegawczość, temperament oraz wyszkolenie. Cechy te zostały wskazane w formularzu ankietowym (F0), który posłużył do zbadania i określenia ważności w/w cech przez respondentów. Ważność poszczególnych cech kontrolera jakości została opisana w rozdziale 3.2.4. Ranking ważności cech określono na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego na zaproponowanym przez autora formularzu (F0). Następnie wyniki badania ankietowego poddano analizie metodą Thurstone'a, uzyskując ranking ważności poszczególnych cech idealnego kontrolera. Kontrolerzy w wybranych przedsiębiorstwach produkcji płyt drewnopochodnych, zostali poddani ocenie przeprowadzonej przez ich przełożonego, co zostało przedstawione w w rozdziale 3.3. Badanie oceny kontrolerów w zakresie posiadania przez nich cech pożądanych u kontrolerów jakości, przeprowadzono na podstawie autorskiego formularza (F1). Wyniki oceny, wraz z wynikami analizy metodą Thurstone'a, poddano analizie metodą TOPSIS, która uwzględniała zarówno kryterium ważności danej cechy jak i uzyskaną przez kontrolera ocenę. W wyniku przeprowadzonego badania, uzyskano ranking kontrolerów względem ich bliskości do ideału i odległości od anty-ideału.

Drugie pytanie badawcze, wynikające z drugiego problemu badawczego, związane było z otoczeniem. Zostało ono zdefiniowane przez pryzmat warunków pracy.

P1b. Jaka jest ważność zidentyfikowanych czynników wpływających na proces WKJ płyt drewnopochodnych?

Na to pytanie autor udzielił odpowiedzi w rozdziale 1.7. Odpowiedź bazuje na na określeniu wymagań i zaleceń ergonomii w obszarze określenia czynników wpływających na proces WKJ płyt drewnopochodnych, które zostały ujęte w formularzu ankiety (F0). Przeprowadzone badanie ankietowe dało odpowiedź respondentów na pytanie dotyczące określenia ważności poszczególnych, zidentyfikowanych czynników wpływających na proces WKJ. Uzyskane wyniki poddano analizie metodą Thurstona, uzyskując ranking ważności czynników wpływających na proces WKJ (opisanych w rozdziale 3.2.5). W przypadku odstępstwa w wartościach parametrów na stanowisku, bądź uzyskania odpowiedzi negatywnej przez respondentów, należy rozpocząć działania korygujące od czynników wskazanych jako najważniejsze.

Trzeci aspekt związany z prezentowanym w pracy systemem wzrokowej kontroli jakości, dotyczący trudności i istotności procesu, został opracowany na bazie analizy literatury. Przeanalizowane opracowania wypełniły definicję trudności i istotności procesu. Z założenia, producent powinien znać swoje procesy, klientów, branże i ryzyka i powinien ocenić, który proces jest istotny i trudny. Niemniej jednak, w przypadku braku w/w wiedzy, autor przedstawił w rozprawie listę kontrolną (F3) do oceny trudności i istotności procesu (przedstawioną w rozdziale 3.5), która jest pomocna w ocenie trudności i istotności stanowiska wzrokowej kontroli jakości, jeśli nie dokonano tej oceny wcześniej. Zarówno trudność jak i istotność procesu może być różna ze względu na brak identyczności występującej pomiędzy przedsiębiorstwami w branży, ale także zróżnicowanie w zakresie jednego zakładu, czy tej samej linii technologicznej, na której może występować kilka stanowisk wzrokowej kontroli jakości, pomiędzy różnymi etapami procesu wytwarzania

Konkludując, w dysertacji udało się udzielić odpowiedzi na wszystkie pytania badawcze postawione w pracy oraz rozwiązać postawione w pracy problemy badawcze. Odpowiedzi na pytania bazowały na analizie literatury w danych zakresach tematycznych, wynikach badań własnych, ankietowych oraz przeprowadzonych analizach z wykorzystaniem metody Thurstona i TOPSIS, co pozwoliło na uzyskanie satysfakcjonujących wyników.

Praca nad dysertacją pozwoliła także na wytypowanie przyszłych kierunków badań. Pierwszy kierunek zmierzać powinien w stronę obiektywizacji ocen kandydatów na kontrolerów WKJ. Przedstawiona w pracy metoda bazuje na ocenie kontrolerów przez lidera. W przypadku zastosowania metody w procesie rekrutacyjnym, nie znając kandydatów, nie jesteśmy w stanie ich ocenić. W związku z tym, należałoby przywrócić się tematyce

obiektywizacji metod i narzędzi w postaci np. testów osobowościowych, mogących znaleźć zastosowanie w szybkiej ocenie cech kandydatów na kontrolerów WKJ.

Drugi kierunek powinien koncentrować się na zaproponowaniu rozwiązań zintegrowanych, wykorzystujących narzędzia informatyczne do przeprowadzania analizy z wykorzystaniem wskazanych w pracy metod Thurstona oraz TOPSIS, które bazują na analizie dużej ilości danych. Zaproponowanie zautomatyzowanego formularza przyczyni się do usprawnienia procesu analizy danych i znacząco ułatwi i przyspieszy stosowanie metody w praktyce.

Zaproponowana przez autora metoda może znaleźć także zastosowanie w innych branżach, czy w innych obszarach produkcyjnych. Należałoby podjąć badania, które pozwoliłyby na zweryfikowanie, czy poczynione przez autora w pracy założenia mają zastosowanie w innych gałęziach gospodarki oraz w innych obszarach procesowych i w razie konieczności dokonać korekty, dostosowując metodę do potrzeb innych obszarów.

Autor zwraca także uwagę na parametr charakteryzujący oświetlenie, jakim jest natężenie oświetlenia, przywołane w normie produktowej dotyczącej płyt laminowanych- PN-EN 14323:2022-04. Warto rozważyć oraz wystąpić do Komitetu Technicznego przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym odpowiedzialnego za wydanie wskazanej normy (KT 100 ds. Wyrobów z Drewna i Materiałów Drewnopochodnych), aby w wymaganiach uwzględniono parametr luminancji (miara wrażenia wzrokowego), który wydaje się być bardziej zasadny w przypadku charakteryzowania warunków środowiska pracy wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Autor jest reprezentantem w Komitecie Technicznym nr 100 ds. Wyrobów z Drewna i Materiałów Drewnopochodnych, który opiniuje wskazaną normę. Przy najbliższych pracach normalizacyjnych nad wydaniem nowej wersji, autor przedstawi koncepcję zmiany w/w parametru, tak aby wymagania dotyczące oświetlenia stanowiska pracy były miarodajne i odnosiły się do poziomu możliwości widzenia, co jest głównym celem oświetlenia obiektu technicznego poddawanego kontroli, a nie oświetlenie samo w sobie.

LITERATURA

- [1] Aderhold J., Plinke B., *Innovative Methods for Quality Control in the Wood-Based Panel Industry*, Quality Control, Brunel Univ. Press, 2010.
- [2] Ahmed A., Awadalkarim M., *Noise Exposure in two textile plants in Sudan*, European Scientific Journal, Feb. 2015, vol.11 no.5.
- [3] Andrejova M., Pinosova M., Kralikowa R., Dolnikova E., *Analysis of the Impact of Selected Physical Environmental Factors on the Health of Employees: Creating a Classification Model Using a Decision Tree*, MDPI, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019.
- [4] Bacauskiene M., Verikas A., *The Evidence Theory Based Post-Processing of Colour Images*, Informatica, 2004, Vol.15, No.3, 315-328.
- [5] Bae J., Han S., *Vision-Based Inspection Approach Using a Projector-Camera System for Off-Site Quality Control in Modular Construction: Experimental Investigation on Operational Conditions*, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.35, Issue 5, 2021.
- [6] Bansal H., Bhagat L., Mittal S., Tiwari A. (2021) *Image Correction and Identification of Ishihara Test Images for Color Blind Individual*. In: Singh P.K., Wierzchoń S.T., Tanwar S., Ganzha M., Rodrigues J.J.P.C. (eds) *Proceedings of Second International Conference on Computing, Communications, and Cyber-Security*. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 203. Springer, Singapore.
- [7] Baranova O., Vasylenko M., Shevchenko K., Tsapko Y., Rostislav O., *Design of Automated Solutions to Detect Flaws in Plywood*, Eastern Journal of Enterprise Technologies 6/5 (102), 2019.
- [8] Basl J. *Pilot study of readiness of Czech companies to implement the principles of Industry 4.0.*, Management and Production Engineering Review (8) 2017.
- [9] Battini D., Faccion M, .Persona A., Sgarbossa F., *New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design*, International Journal of Industrial Ergonomics, Vo.41, Issue 1, 2011 (30-42).
- [10] Battini D., Delorme X., Dolgui A., Sgarbossa F., *Assembly line balancing with ergonomics paradigm: two alternative methods*, IFAC PapersOnLine, Vo.48, Issue 3, 2015 (586-591), Elsevier.

- [11] Battini D., Calzavara M., Otto A., Sargabossa F., *Preventing ergonomic risks with integrated planning on assembly line balancing and parts feeding*, International Journal of Production Research, Vo.55, 2017.
- [12] Bauer W., Klapper J., *A development scenario of the work area "intralogistics" under the influence of industry 4.0 technologies and its evaluation on the basis of a Delphi study*, in: S.,
- [13] Bendkowski J., *Zmiany w pracy produkcyjnej w perspektywie koncepcji "Przemysł 4.0"*, Zeszyty Naukowe Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska (112), 2017, 21-23.
- [14] Bloomfield, J.R. (1975). *Studies on visual search*. In C.G. Drury and J.G. Fox (Eds.), *Human Reliability in Quality Control* (pp. 31-43). London: Taylor & Francis.
- [15] Bodnarova A., Bennamoun M., Latham S.J., *A constrained minimization approach to optimize Gabor filters for detecting flaws in woven textiles*, 2000 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Proceedings (Cat. No.00CH37100), 2000.
- [16] Bogdanov K., Infinite-Dimensional Thurston Theory and Transcendental Dynamisc I: infinite-legged spiders. arXiv:2102.00300 v3 [math.DS] 2021.
- [17] Bombiak E., *Kompetencje pracownicze - istota, pomiar i sprawozdawczość*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Seria: Administracja i Zarządzanie Nr 30 (103), 2014, 173-191.
- [18] Borys B., *Zasoby zdrowotne w psychice człowieka*, Forum Medycyny Rodzinnej 2014, vol.4, no 1, 44-52.
- [19] Boyce P.R., *Lighting research for interiors: the beginning of the end or the end of the beginning*, Lighting Research and Technology 2004 (36,4 - 283-294).
- [20] Bożek M., Rogalewicz M., *Nieskuteczność kontroli końcowej przyczyną niskiej efektywności procesu wytwarzania*, Inżynieria Maszyn R18 z1, 2013.
- [21] Bożek M., Kujawińska A., Rogalewicz M., Diering M., Gościński P., Hamrol A. *Improvement of catheter quality inspection process*, MATEC Web of Conferences 121, 05002, 8th International Conference on Manufacturing Science and Education–MSE 2017 "Trends in New Industrial Revolution, 2017.
- [22] Braglia, M. and Gabbriellini, R., *Dimensional analysis for investment selection in industrial robots*, International Journal of Production Research, 38(18), pp. 4843-4848. 2000.

- [23] Brown Jr O., *Some perspective on participatory ergonomics in high technology organizations*, Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, Volume: 29 issue: 9, page(s): 880-883 Issue published: October 1, 1985.
- [24] Buczaj A., Pawlak H., *Modelowanie systemu oceny warunków pracy operatorów sterowni*, Inżynieria Rolnicza 7 (105), 2008.
- [25] Bučkova J., *Employee evaluation as a support tool for strengthening the knowledge organizational culture*, The Poprad Economic And Management Forum 2021.
- [26] Bueno, A.M.; de Paula Xavier, A.A.; Broday, E.E. *Evaluating the Connection between Thermal Comfort and Productivity in Buildings: A Systematic Literature Review*. Buildings 2021, 11, 244.
- [27] Butlewski M., Jasiulewicz-Kaczmarek M., Misztal A., Sławińska M., *Design methods of reducing human error in practice*, Safety and Reliability: Methodology and Applications, 2014.
- [28] Butlewski M., Sławińska M., *Ergonomic method for the implementation of occupational safety systems*, Occupational Safety and Hygiene II, 2014.
- [29] Butlewski, M., Misztal, A., Tytyk, E. & Walkowiak, D. (2014). Ergonomic service quality of the elderly on the example of the financial market, In P. Arezes , et al. (eds.), Occupational Safety and Hygiene II: 579-583, London: CRC Press.
- [30] Butlewski M., Tytyk E., *The assessment criteria of the ergonomic quality of anthropotechnical megasystems*, Advances in Social and Organizational Factors, 298-306, 2012.
- [31] Benítez-Del-Castillo J., Labetoulle M., Baudouin C., Rolando M., Akova Y.A., Aragona P., Geerling G., Merayo-Lloves J., Messmer E.M., Boboridis K. *Visual acuity and quality of life in dry eye disease: Proceedings of the OCEAN group meeting*. Ocul. Surf. 2017 Apr;15(2):169-178.
- [32] Callum M., Bittner A., Rubinstein J., Brown J., Richman J., Taylor R., 2005, *Factors contributing to airport screener expertise*, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 49, 922-926.
- [33] Cepin M., 2007, *Importance of human contribution within the human reliability analysis*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 21, 268-276.
- [34] Chu, T-C. and Lin, Y-C., *Fuzzy TOPSIS method for robot selection*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 21(4), pp. 284-290, 2003.

- [35] CIOP, Międzynarodowe Biuro Pracy, we współpr. z Międzynarodowym Towarzystwem Ergonomicznym, *Ergonomiczna lista kontrolna : ergonomiczne rozwiązania na rzecz poprawy warunków pracy, bezpieczeństwa i zdrowia pracowników*, Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. Jerzego Nofera, Łódź 1998.
- [36] Courtney A.J., Guan, L. *Assessing search performance with a simulation model*. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 8, 251-263, 1998.
- [37] Crandall R., Stoneman, N., *Quality Control in a Digital World*, Quality Magazine, 2013.
- [38] Dahlke G., Olszewski J., Olszewski M., *Model humanoidalny w analizie obciążeń statycznych operatorów wózków widłowych. Studium przypadku*. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Organizacja i Zarządzanie, Nr 70, Poznań 2016.
- [39] Dalton, J., & Drury, C.G. *Inspectors' performance and understanding in sheet steel inspection*, Occupational Ergonomics, 4, 51-65, 2004.
- [40] Diering M., Dyszkowski K., Hamrol A., *New method for assessment of raters agreement based on fuzzy similarity*, Advances in intelligent Systems and Computing, vol. 368, 2015.
- [41] Diez J.V., Zheng X., Schimdt D., Molina M., *Characterization of Industry 4.0 Lean Management Problem-Solving Behavioral Patterns Using EEG Sensor and Deep Learning*, Sensors, 2019.
- [42] Douphrate D., *The Economics and Cost Justification of Ergonomics*, Colorado State Univeristy, USA, 2004.
- [43] Drury J., *The role of social identity processes in mass emergency behavior: An integrative review*. European Review of Social Psychology, 2018.
- [44] Drury C.G., Sinclair M.A., *Human and machine performance in an inspection task*, Human Factors, 25, 391-399, 1983.
- [45] Drury C.G., *Integrating human factors model into statistical quality control*, Human Factors, 20, 561-572, 1978.
- [46] Drury C.G., *Human Factors Audit*; Handbook of Industrial Engineer: Technology and Operations Management, Third Edition, 2021, Wiley and Sons, Inc.
- [47] Drury, C.G., Chi, C.F. *A test of economic models of stopping policy in visual search*, IEEE Transactions, 27, 382-393, 1995.
- [48] Drury C.G., Karwan M.H., Vanderwarker D.R., *The two-inspector problem*. IIE Transactions, 18, 174-181, 1986.

- [49] Drury C.G., Watson J., *Good practices in visual inspection*, Aircraft Maintenance Technology, 74-76, 2002.
- [50] Dźwigoł H., *Współczesne procesy badawcze w naukach o zarządzaniu*, PWN, 2018
- [51] Eklund J., *A developmental quality approach for ergonomics*, Proceedings of the self-ace, 2001, conference paper, 2006.
- [52] Erdinc O., *Quality improvement through ergonomics methodology: conceptual framework and an application*, International Journal of Productivity and Quality Management, Volume 3, Number 3, 311-324, 2008.
- [53] Ericsson M., Johansson D., Stjern D., *AI_Based Quality Control of Woode Surfaces with Autonomous Material Handling*, Smart Manufacturing Technology, MDPI, 2021.
- [54] Esposito T., *An Adjusted Error Score Calculation for the Farnsworth-Munsell 100 Hue Test*, The Journal of the Illuminating Engineering Society, Leukos, vol. 15, no. 2-3, 195-202, 2019.
- [55] Falck A., *The influence of assembly ergonomics on product quality and productivity in car manufacturing - a cost benefit approach*, Nordic Ergonomic Society Conference, Finland, 2002.
- [56] Fayol H., *Administracja przemysłowa i ogólna*, Księgarnia Wł. Wilak, Poznań, 1947.
- [57] Fleck, M.S., Mitroff, S. R., *Rare targets are rarely missed in correctable search*, Psychological Science, 18, 943-947, 2007.
- [58] FOX J.G., *Recent human factors contribution to enhancing industrial quality control*. Behaviormetric, 3, 99-118, 1973.
- [59] Ratajczak E., Bidzińska G., Szostak A., Frąckowiak I., Herbec M., *Foresight w drzewnictwie - Poska 2020. Obszar badawczy: Kompozyty drzewne*, ITD. Poznań, 2011.
- [60] Galaske N., Arndt A., Friedrich H., Bettenhausen K.D., Anderl R., *Workforce management 4.0 – assessment of human factors readiness towards digital manufacturing*, in: S. Trzcielinski (Ed.), *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future*, vol. 606, Springer, Cham, 2018, pp. 106–115.
- [61] Gallwey, T.J., *Selection tests for visual inspection on a multiple fault type task*. Ergonomics, 25, 1077-1092, 1982.
- [62] Gallwey T.J., *Evaluation and control of industrial inspection. Part I – Guidelines for the practitioner*, International Journal of Industrial Ergonomics, 22, 37-49, 1998.

- [63] Gallwey T.J., Drury G.C., *Task Complexity in Visual Inspection*, Human Factors, The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 1986.
- [64] Geng, Y.; Ji, W.; Lin, B.; Zhu, Y. *The impact of thermal environment on occupant IEQ perception and productivity*. Build. Environ. 2017, 121, 158–167.
- [65] Ghita, O., P.F. Whelan, T. Carew and P. Nammalwar, *Quality grading of painted slates using texture analysis*. Computers in Industry, 56, 802–815, 2005.
- [66] Ghysin K.M., Drury C.G., Batta R., Lin L., *Temporal effects in a security inspection task: Breakdown of performance components*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 51, 83-97, 2007.
- [67] Giedliczka A, *Atlas miar człowieka: dane do projektowania i oceny ergonomicznej: antropometria, biomechanika, przestrzeń pracy, wymiary bezpieczeństwa*, CIOP, 2001.
- [68] Giesko T., Mazurkiewicz A., Zbrowski A., Czajka P., *Optomechatroniczny system do automatycznej kontroli jakości wyrobów w przemyśle*, Problemy Eksploatacji 4, 103-114, 2011.
- [69] Gollinger-Tarajko M., Zaręba K, *Motywy działań w kierunku integracji systemów i automatyzacji procesów produkcyjnych*, PTZP, IZIP, 2017.
- [70] Górńska E., *Ergonomia. Projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, OWPW, 2007.
- [71] Górńska E., Smagowicz J., *Ergonomic assement of organizational improvements in manufacturing process*, *Ergonomics – the tool of innovation*, The 5th International Conference of Ergonomics, Warszawa, 12-13, 2009.
- [72] Górńska E., Lewandowski J., *Podstawy zarządzania i kształtowania środowiska pracy*, OWPW, 2002.
- [73] Gramopadhye A.K., Desai R.R., Bowling S., Khasawneh M., *Task analysis of general aviation inspection activities: Methodology and Findings*, Proceedings of the Human Factors and Ergonomic Society 47th Annual Meeting, 47, 36-40, 2003.
- [74] Grobelny, J.; Michalski, R. *Preventing Work-Related Musculoskeletal Disorders in Manufacturing by Digital Human Modeling*. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020,
- [75] Groover M.P., *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing*, 5th Edition, Pearson Education Limited, 2019.
- [76] Gruszka J., Tytyk E., *Problemy ergonomiczne i jakościowe w różnych fazach istnienia wyrobów technicznych*, ZNPP, Nr 77, Organizacja i Zarządzanie, 2018.

- [77] Guzaitis J., Verikas A., *An Efficient Technique to Detect Visual Defects in Particleboards*, Informatica, vol.19, no. 3, 363-376, 2008.
- [78] Haight J.M., Caringi R.G., *Automation vs. human intervention: What is the best mix for optimum system performance? A case study*, International Journal of Risk Assessment and Management 7(5), 2007.
- [79] Haight J., Kecojevic V., *Automation vs. Human Intervention - What is the Best Fit for the Best Performance*, Process Safety Progress, 24(1) 45-51, 2005.
- [80] Hamrol A., *Zarządzanie jakością i inżynieria*, PWN, 2017.
- [81] Hamrol A., Kowalik D., *Wpływ wybranych czynników środowiska pracy na jakość procesu ręcznego montażu samochodowych wiązek kablowych*, Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji, vol.26 nr 2, Poznań, 2006.
- [82] Hata S., Ishimaru I., Hirokari M., Yabuuchi Y., Masuda S., *Color pattern inspection machine with human sensitivity*, Proceedings 10th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication. Roman 2001 (Cat. No.01TH8591), 2001, pp. 68-73.
- [83] Heidl, W., Thumfart, S., Eitzinger, C., Lughofer, E., & Klement, E.P., *Classifier-based analysis of visual inspection: Gender differences in decision-making*. Paper presented at the 2010 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Istanbul, Turke, 2010.
- [84] Helander M., *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, John Willey and Sons Inc., USA, 2012.
- [85] Horst W.M., Horst N., *Ergonomia z elementami bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2011.
- [86] Hou T. S., Lin L., Drury C. G., *An empirical study of hybrid inspection systems and allocation of inspection function*, International Journal of Human Factors in Manufacturing, 3, 351-367, 1993.
- [87] Hu B., Zhang W., Salvendy G., *Impact of multimodal feedback on simulated ergonomic measurements in a virtual environment: A case study with manufacturing workers*, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industry, pp. 145–155, 2012.
- [88] Hwang C.L., Yoon K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1981.

- [89] Ishimaru I., Hata S., Hirokari M., *Color-defect classification for printed-matter visual inspection system*, Proceedings of the 4th World Congress on Intelligent Control and Automation (Cat. No.02EX527), 2002, pp. 3261-3265 vol. 4.
- [90] Islami X., Mulolli E., Mustafa N., *Using Management by Objectives as a performance appraisal tool for employee satisfaction*, Future Business Journal, Vol.4, Issue 1, 2018 (94-108), Elsevier.
- [91] Jach K., *The MSD Risk Assessment Among Forklift Operators as a Source of Data for Ergonomic Intervention—Comparison of Two Tools*. DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science (2020): n. pag.
- [92] Jach K., *Ocena obciążenia pracą w sytuacji wykonywania wielu czynności monotypowych*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, t. 29, nr 1, marzec 2016
- [93] Janiga J., *Ergonomia i fizjologia pracy*. Legnica, Wyd. Wspólnota Akademicka, 2014. (str. 133)
- [94] Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, WAE, Poznań, 1997.
- [95] Jełowicki M., Kiezuń W., Leoński Z., Ostapczuk B., *Teoria organizacji i zarządzania*, PWN, Warszawa 1979, s. 223.
- [96] Jiang X., Gramopadhye A., *Evaluation of best system performance: human, automated, and hybrid inspection systems*, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 13/2, 137-152, 2003.
- [97] Jurkovič J., *The State of Implementation of the European Standards and Guidelines in the Slovak Republic in 2004-2008*, in J. Kohoutek, op. cit, pp. 173-200; 2009.
- [98] Kacprzak D., *Przedziałowa metoda TOPSIS dla grupowego podejmowania decyzji*. Optimum. Economic Studien Nr4 (94), 2018.
- [99] Kamińska J., Najmiec A., *Obciążenie wynikające z presji czasu. Ocena i profilaktyka*, CIOP, 2016.
- [100] Kampa A., *Ekonomiczne uwarunkowania robotyzacji procesów produkcyjnych*, Zarządzanie Przedsiębiorstwem, PTZP, vol. 17, nr 3, 27-33, 2014.
- [101] Kane, J.P., Moore, D., Ghanbartehrani, S., *The Effect Of Expectations On Visual Inspection Performance*, 2010.

- [102] Kang W.C., Ramzan M.B., Sarkar B., Imran M., *Effect of inspection performance in smart manufacturing system based on human quality control system*, Springer, 2017, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2018) 94:4351–4364.
- [103] Kantowitz, B. H., & Sorkin, R. D., *Allocation of functions*. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of human factors* (pp. 355–369). John Wiley & Sons, 1987.
- [104] Karwowski W., Salvendy G., *Organization and Management of Advanced Manufacturing*, John Wiley&Sons, New York, 1994.
- [105] Katode M., Lokhande H., Kocharekar S., Jadhav A., *Use of ergonomics risk assessment tools on construction site*, Viva-Tech International Journal for research and innovation, vol. 11, Issue 4, 2021.
- [106] Kauf S., Tłuczak A., *Metody i techniki badań ankietowych na przykładzie zachowań komunikacyjnych opolan*, Wyd. Uniwersytetu Opolskiego, 2013.
- [107] Khajenasiri F., Zamanian A., Zamanian Z., *The Effect of Exposure to High Noise Levels on the Performance and Rate of Error in Manual Activities*, Electronic Physician, March 2016, Vol.8, Pages 2088-2093.
- [108] Khasawneh M.T., *A model for predicting human trust in automated system*, Origins, 5, 2003.
- [109] Khasawneh, M. T., Kaewkuekool, S., Bowling, S. R., Desai, R., Jiang, X., Duchowski, A. T., Gramopadhye, A. K., *The effects of eye movements on visual inspection performance*. In IIE Annual Conference. Proceedings (p. 1). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2003.
- [110] Kim H., Lin Y., Tseng T.L., *A review on quality control in additive manufacturing*. Rapid Prototyping Journal, 24, 645-669, 2018.
- [111] Kiran S, *Effectiveness of Real-time Business Intelligence on Enterprise Performance Management: a Systematic Literature Review*, Industrial Engineering and Management, 2017.
- [112] Klimczuk-Kochańska M, *Analiza kluczowych sektorów województwa podlaskiego. Sektor producentów wyrobów z drewna i mebli*. Wojewódzki Urząd Pracy w Białymstoku, 2011.
- [113] Knop K., *Analiza udziału i znaczenia stosowanych metod kontroli jakości do wykrywania niezgodności profili aluminiowych*, Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji, STE GROUP, Zabrze Śląskie, 2017.

- [114] Knop K., Borkowski S., *Kontrola jakości. Teoria i praktyka*. Zawiercie: AXON, 2017.
- [115] Koller S. M., Drury C. G., Schwaninger A., *Change of search time and non-search time in X-ray baggage screening due to training*. *Ergonomics*, 52, 644-656, 2009.
- [116] Kolman R., *Poradnik kontrolera jakości*. Bydgoszcz: TNOiK: Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, 1998.
- [117] Kolus A., Wells R., Neumann P., *Production quality and human factors engineering: A systematic review and theoretical framework*, Elsevier, *Applied Ergonomics*, 2018.
- [118] Konarska M., *Listy kontrolne jako narzędzia do oceny warunków pracy*, *Bezpieczeństwo pracy, nauka i praktyka*, 2/2001, str. 7-9.
- [119] Konarska M., *Monotonia jako czynnik obciążenia podczas pracy – ocena ryzyka zawodowego*, *Bezpieczeństwo Pracy* 3/2003.
- [120] Karupiah K., Sankaranarayanan B., Ali S.M., Kabir G., *Role of Ergonomic Factors Affecting Production of Leather Garment-Based SMEs of India: Implications for Social Sustainability*. *Symmetry*. 2020; 12(9).
- [121] Koradecka D., *Bezpieczeństwo i higiena pracy*, CIOP-PIB, 2008, 87-113.
- [122] Kowal E., Gabryelewicz I., *Diversification of safety culture elements in various professional groups*. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Organizacja i Zarządzanie* nr 65, Poznań, 2015.
- [123] Kowal E., Gabryelewicz I., Kowal A., Pietruczka A., *Parametry kultury bezpieczeństwa wśród różnych grup pracowników*. *Multidyscyplinarne Aspekty Inżynierii Produkcji*, vol.9, issue 2, PANOVA, 2019.
- [124] Kowalczyk J., *Co napędza a co hamuje rynek robotów?*, *Controlengineering.pl*, raport 2016.
- [125] Kowalik D., *Wpływ środowiska pracy na jakość procesu montażu ręcznego*. *Rozprawa doktorska*, Politechnika Poznańska, 2008.
- [126] Kowalik D., Kujawińska A., Hamrol A., *Impact of Selected Work Condition Factors on Quality of Manual Assembly Process*, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 2011.
- [127] Králikova R., Lumnitzer E., Džuňová L., Yehorova A., *Analysis of the Impact of Working Environment Factors on Employee's Health and Wellbeing; Workplace Lighting Design Evaluation and Improvement*. *Sustainability*. 2021.

- [128] Kralikova R., Sokolova H., Wessely E., *Thermal Environment Evaluation According to Indices in Industrial Workplaces*, *Procedia Engineering* 69 (2014) 158-167.
- [129] Kralikova R., Pinosova M., Hricova B., *Lighting quality and its effects on productivity and humans health's*. *International Journal of Interdisciplinary in Theory and Practice*, 2016, no.10.
- [130] Krason P., Maczewska A., Polak-Sopinska A., *Human factor in maintenance management*, in: W. Karwowski, S. Trzcielinski, B. Mrugalska, M. Di Nicolantonio, E. Rossi (Eds.), *Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control*, vol. 793, Springer, Cham, 2019, pp. 49–56.
- [131] Krok E., *Budowa kwestionariusza ankietowego a wyniki badań*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 2015 (nr 37).
- [132] Kujawińska A., Diering M., *Human Aspects of the Measurement System Analysis*, AHFE, Edited by T.Ahram, W.Karwowski, T.Marek, 2014.
- [133] Kujawińska A., Vogt K., *Human Factors in Visual Quality Control*, *Management and Production Engineering Review*, vol.6, no.2, 25-31, 2015.
- [134] Kumar A., *Neural network based detection of local textile defects*, *Pattern Recognition*, Vol. 36, Issue 7, 1645-1659, 2003.
- [135] Lan, L.; Lian, X.Z.; Pan, L. *The effects of air temperature on office workers' well-being, workload, and productivity-evaluated with subjective ratings*. *Appl. Ergon.* 2010, 42, 29–36.
- [136] Larson, B., *Study of the factors affecting the sensitivity of liquid penetrant inspections: Review of literature published from 1970 to 1998*. U.S Department of Transportation, FAA, 2002.
- [137] Lasota A.M., Hankiewicz K., *Ergonomiczna ocena pozycji przy pracy w procesie cięcia i pakowania materiałów termoizolacyjnych*. *Logistyka*, 5/2015.
- [138] Lee J., Ko K. W., Lee S., *Visual inspection system of the defect of collets for wafer handling process*, *International Journal of Control and Automation*, 9, 129-138, 2016.
- [139] Leśniewska M., Kozyra M., Misztal A., *Doskonalenie produkcji półwyrobów urządzeń AGD na podstawie analizy reklamacji - studium przypadku*, *Zeszyty Naukowe PP, Organizacja i Zarządzanie* nr 59, 2013.
- [140] Lewandowski J. *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Łódź, Wyd. Politechniki Łódzkiej, 2000.

- [141] Lewandowski J., *Ergonomia niepełnosprawnym: środowisko pracy*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2000.
- [142] Lis T., Nowacki K., Łakomy K., *Analiza ergonomiczna narzędziem kształtowania warunków pracy*, PTZP, 2017.
- [143] Liu T., Gu H., Wang D., *Visual Inspection System for Smart Manufacture of Home Appliances*, Conference IRIS2017, October, 2017.
- [144] Lloyd C. J., Boyce P., Ferzacca N., Eklund, N, He Y., *Paint inspection lighting: Optimization of lamp width and spacing*. Journal of the Illuminating Engineering Society, 28, 99-102, 2000.
- [145] Maharati D., Dwi-Sena M., *The MFEP and MAUT Methods in selecting the best employees*, 2020.
- [146] Matczyński F., Smakuszewski J., *Organizacja pracy na stanowiskach roboczych*. Warszawa, WNT 1988.
- [147] McCallum M., Bittner A., Rubinstein J., Brown J., Richman J., Taylor R., *Factors contributing to airport screener expertise*. Proceeding of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 49, 922-926, 2005.
- [148] McCornack, R.L. *Inspector accuracy: A study of the literature*. SCTM 53-61 (14), 1961.
- [149] Michałowski, B., Jarzynowski, M., Pacek, P., *Szanse i wyzwania polskiego Przemysłu 4.0. Integracja rynku robotyki i automatyki przemysłowej z rynkiem teleinformatyki*. Warszawa: Agencja Rozwoju Przemysłu, 2018.
- [150] Mierzwia R., Nowak M., *Modele decyzyjne w teorii systemów szarych*. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Poznań 2020.
- [151] Mishev G., *Analysis of the Automation and the Human Worker*, Connection between the Levels of Automation and Different Automation Concepts. Department of Industrial Engineering and Management, Factory in a Box, 2006.
- [152] Mondal S., Sumanta K, Singh A., Chatterjee P, *A complex proportional assessment method based framework for industrial robot selection problem*, IJRISE, Vol:3, Issue 2, March-April 2017.
- [153] Moore, D. G., *Nondestructive testing handbook: Volume 1, liquid penetrant testing*. Columbus, OH: American Society for Nondestructive Testing, 2016.
- [154] Moradi M., Poursadeghiyan M., Khammar A., Hami M., Darsnj A., Yarmohammadi H., *REBA method for the ergonomic risk assessment of auto mechanics postural stress*

- caused by working conditions in Kermanashah (Iran)*. Annals of Tropical Medicine and Public Health, Wolters Kluwer, 2017.
- [155] Mortimore S., Wallace C., *HACCP. A Practical Approach*, Springer, 2021.
- [156] Muszyński L., Launey E.M., *Advanced imaging techniques in wood-based panels research*. Imaging Techniques, 2009.
- [157] Naqvi S.A.A., *Critical Human Factor Issues in Quality Inspection Tasks*, J.King Saud Univ., Vol 8, Eng. SCI (1), pp.133-141 a.H., 1416, Elsevier, 1996.
- [158] Nawrotek D., Mielczarek K., *Identyfikacja i ocena obszarów niezgodności w produkcji ramek aluminiowych z wykorzystaniem metody FMEA*. Archiwum Wiedzy Inżynierskiej, Tom3, Nr2, 2018 (19-22).
- [159] Nelson J.B., Barany J.W. *A Dynamic Visual Recognition Test*, American Institute of Industrial Engineers Transactions, Volume1, Issue1, 327-332, 1969.
- [160] Neumann W.P., Dul J., *Human Factors: Spanning the Gap between OM and HRM*. International Journal of Operations & Production Management, 30, 923-950, 2010.
- [161] NĘCKA E., *Inteligencja i procesy poznawcze*, Kraków, Impuls, 1994
- [162] Noro K., *Ergonomics for quality control - present situation in Japan*, Ergonomics, 1984, vol. 27, no.7, 727-731.
- [163] Nogalski B., Niewiadomski P., *Metodyka oceny pracowników wykonawczych w elastycznym zakładzie wytwórczym – koncepcja i zastosowanie*. Sukces w zarządzaniu kadrami. Różnorodność w zarządzaniu kapitałem ludzkim – podejścia, metody, narzędzia. Problemy zarządczo-ekonomiczne red. M.Stor, T.Listwan, Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 349, 2014.
- [164] Nogalski B., Niewiadomski P., *Model racjonalnej decyzji implementacyjnej wytwórcy na rynku mechanizacji rolnictwa – koncepcja i zastosowanie*. Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem, red. T.Dudycz, G. Osberrt-Pociecha, B.Brycz, 2015.
- [165] Nowacka W.Ł., *Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowisk pracy*, Wyd. Politechniki Warszawskiej, 2010.
- [166] Nowak M., Borowiec A., *Intuicyjne rozwiązywanie problemów decyzyjnych z wykorzystaniem teorii systemów szarych*. Przegląd organizacji, 28, 2019.
- [167] Oakland J., *Statistical process control*, 6th edition, CRC Press, 2008.

- [168] Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*. Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 14-15.
- [169] Olszewski J., *Ergonomic Conditions for Social Integration of the Disabled*, Salvendy, G., & Karwowski, W. (Eds.). (2011). *Advances in Occupational, Social, and Organizational Ergonomics* (1st ed.). CRC Press.
- [170] Orme J., *Re-examining the Use of Behavioral Assessment Tools for Employee Selection*, Liberal Studies Commons, 2016.
- [171] Ombach E., *Procesy spostrzeżeniowe jako źródło informacji o rzeczywistości*, *Studia Philosophiae Christianae* 5/2, 237-254, 1969
- [172] Pacholski L., *Metodologia diagnozowania ergonomicznego w przedsiębiorstwie przemysłu meblarskiego*, Rozprawy nr 81, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1977.
- [173] Pernkopf F., *Detection of surface defects on raw steel blocks using Bayesian network classifiers*, *Pattern Analysis and Applications* Volume 7, Issue 3., PP 333-342, 2004.
- [174] Pięta J., *Pedagogika czasu wolnego*, wyd.3, Wydawnictwo Naukowe FREL, 2014, str. 202.
- [175] Polska Izba Gospodarcza Przemysłu Drzewnego, 2020
- [176] Popkova E.G., Ragulina Y.V., Bogoviz A.V., *Fundamental Differences of Transition to Industry 4.0 from Previous Industrial Revolutions*. In: Popkova E., Ragulina Y., Bogoviz A. (eds) *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*. *Studies in Systems, Decision and Control*, vol 169. Springer, Cham, 2019.
- [177] Pouliakas K., *Determinants of Automation Risk in the EU Labour Market: A skills-needs approach.*, IZA Institute of Labour Economics, 2018.
- [178] Pracka J., *Temperament i płeć a inteligencja emocjonalna*, wyd. Liberi Libri, 2021.
- [179] PWN, 2021, *Słownik Języka Polskiego*, wersja Internetowa, www.sjp.pwn.pl, 2021-12-04.
- [180] Stojanovic R., Mitropulos P., Koulamas C., Karayiannis Y., Koubias S., Papadopoulos G., *Real-Time Vision-Based System for Textile Fabric Inspection*. *Real-Time Imaging* 7, 6, 2001, 507–518.
- [181] Rahim S., Supiyandi S., Siahaan A.P.U., Listyorini T., Utomo A.P., Triyanto W.A., Irawan Y., Aisyah S., Khairani M., Sundari S., *TOPSIS Method Application for Decisioin Suport*

- System in Internal Control for Selecting Best Employees.* : Journal of Physics, Conference Series, 2018.
- [182] Ramzan M.R., Qureshi S.M., Mari S.I., Memon M.S., Mittal M., Imran M., Iqbal M.W., *Effect of Time-Varying Factors on Optimal Combination of Quality Inspectors for Offline Inspection Station*, MDPI, Mathematics, 2019.
- [183] Rao, P., Bowling, S.R., Khasawneh, M.T., Gramopadhye, A.K., & Melloy, B.J. (2006). *Impact of training standard complexity on inspection performance*. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 16, 109-132.
- [184] E. Ras, F. Wild, C. Stahl, A. Baudet, *Bridging the skills gap of workers in industry 4.0 by human performance augmentation tools –Challenges and roadmap*. Proceedings of the 10th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference, Association for Computing Machinery, New York, NY, 2017, pp. 428–432.
- [185] Rebizant W., *Metody inteligentne w automatyce zabezpieczeniowej*, Prace Naukowe Instytutu Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej nr 93, seria: Monografie, nr 29, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
- [186] Rebsamen M., Boucheix J.M., Fayol M., *Quality control in the optical industry: From a work analysis of lens inspection to a training program, an experimental case study*. Applied Ergonomics, 41, 150-160, 2010.
- [187] Reinhold K. , Tint P., *Lighting od Workplaces and Health Risks*, Electronics and Electrical Engineering, 2009, no. 2 (90).
- [188] Rissen D., *Repetitive and monotonous work among woman*, Intellecta Docusys, Department of Psychology, Stockholm University 2006.
- [189] Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, (str. 288).
- [190] Sagan A. (2009), *Analiza preferencji konsumentów z wykorzystaniem programu Statistica – analiza conjoint i skalowanie wielowymiarowe*. StatSoft Polska, 2009, str. 39-58.
- [191] Schicktanz, T. (1993). *Automatic fault detection possibilities on nonwoven fabrics*. Melliand Textilberichte, 74,294–295.
- [192] Scotti F., Piuri V., Roveri M., *Computational intelligence in industrial quality control*, IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing, 2005., 2005, pp. 4-9.

- [193] See J.E., Drury C.G., Speed A., Williams A., Khalandi N., *The role of Visual Inspection in the 21st Century*, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 2017.
- [194] Sen D.K., Datta S. Mahapatra S.S., *Extension of PROMETHEE for robot selection decision making: Simultaneous exploration of objective data and subjective (fuzzy) data*, *Benchmarking: An International Journal*, 23 (4), pp. 983-1014, 2016.
- [195] Seppänen, O.; Fisk, W.J. *Some Quantitative Relations Between Indoor Environmental Quality and Work Performance or Health*. *Int. J. HVAC R Res.* 2006, 12, 957–973.
- [196] Sgarbossa F., Grosse H.E., Neumann P.W., Battini D., Glock H.C., *Human factors in production and logistics system of the future*, *Annual Reviews in Control*, Vol.49, 295-305, 2020.
- [197] Sikora W. (red.). *Badania operacyjne*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2008.
- [198] Simion C., *Assesment of human capability, an effective tool to obtain confidence in the visual inspection process*, *Acta Universitatis Cibiniensis - Technical Series*, Vol. LXX, 2018.
- [199] Sioma A., *Visual Quality Control in Manufacturing*, *CA systems and Technologies*, 373-380, 2008.
- [200] Sioma A., *3D imaging methods in quality inspection systems*, *Proc. SPIE 11176*, *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019*.
- [201] Sławińska M., Butlewski M., *Podsystem ergonomiczny jako zasób informacji eksploatacyjnej maszyn*, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem* 2014, vol. 17, nr 3, 34-39.
- [202] Spilka M., *Shaping workplace safety in the metallurgical industry*. *Metalurgija* 60 (2021) 1-2, 129-132.
- [203] Stępień R.J., Rostocki A.W., *Wywiady eksperckie i wywiady delfickie w socjologii - możliwość i konsekwencje wykorzystania. Przykłady doświadczeń badawczych*, *Przegląd Socjologiczny* (62), 87-100, 2013.
- [204] Suszyński M., Butlewski M, Stempowska R., *Ergonomic solutions to support forced static positions at work*. *MATEC eb of Conferencej 137*, 01015, 2017.
- [205] Szymankowska A., *Marketing personalny w zarządzaniu zasobami ludzkimi*. *Rozprawa doktorska*, UE, Poznań 2009.

- [206] Śmietańska K., Podziewski P., *The use of the Krippendorff's coefficient in determining intra-rater reliability in human visual quality control of furniture manufacturing processes*. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Forestry and Wood Technology 2019, nr 108, s. 97-103.
- [207] Śmietańska K., Podziewski P., Bator M, Górski J., *Automated monitoring of delamination factor during up (conventional) and down (climb) milling of melamine-faced MDF using image processing methods*. Eur. J. Wood Prod., 2020.
- [208] Talluri S., Yoon K. P., *A cone-ratio DEA approach for AMT justification*, International Journal of Production Economics, 66(2), pp. 119-129. 2000.
- [209] Tanimizu K., Meguro S., Ishii A. *High-speed defect detection method for color printed matter*. IECON '90: 16th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, 653-658 vol.1, 1990.
- [210] Tariq U.M., *Human Factors Quality Control in Air Traffic, Air Traffic Management and Control*, Longbiao Li, IntechOpen, 2021.
- [211] Taylor W., Melloy B., Dharwada P., Gramopadhye A., Toler J., *The effects of static multiple source of noise on the visual search component of human inspection*, International Journal of Industrial Ergonomics vol.34, September 2004 (195-207).
- [212] Taylor J.C., *Organizational context for aircraft maintenance an inspection*, Proceedings for Human Factors Society 34th Annual Meeting, 34, 1176-1180],[21 WIENER E.I., 1984, Vigilance and inspections in Warm J.S. (Ed.) Sustained Attention in Human Performance, Chichester, Wiley, 207-246, 1990.
- [213] Terrylyn M. Narvaez and Marvin I. Norona, *A Workplace Design Improvement for Visual Inspection in a Philippine-based Aircraft Parts Company: A Cognitive Ergonomic Approach*, IEOM Society International, 2021.
- [214] Thackray R.I., *Correlates of individual differences in nondestructive inspection performance: A follow-up study*, 2003.
- [215] Tishnauer E.R., *The biomechanical basis of ergonomics. Anatomy applied to the design of work situations*, John Wiley&Sons, New York 1978.
- [216] Tomaszewski Z., *Ergonomia produktu. Ergonomiczne zasady projektowania produktów*, pod red. J. Jabłoński, PP, 2006.
- [217] Tomic B., *A perfect quality inspector: quality inspectors are the essence of any organization*, Quality (Vol. 55 Issue 9) BNP Media, 2016.

- [218] Trstenjak M., Cosic P., *Process planning in industry 4.0. environment*. Procedia Manufacturing, Vol. 11, 1744-1750, Elsevier, 2017.
- [219] Tsai D.M., Hsieh, Y.C., *Automated surface inspection for directional textures*, Image and Vision Computing, vol.18, Issue 1, 1999 (49-62).
- [220] Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*, PWN 2001.
- [221] Ulewicz R., Jelonek D., Mazur M., *Implementation of logic flow in planning and production control*, Management and Production Engineering Rev. 7(1), 89—94, 2016.
- [222] Urbonas A.; Raudonis V.; Maskeliūnas R.; Damaševičius R., *Automated Identification of Wood Veneer Surface Defects Using Faster Region-Based Convolutional Neural Network with Data Augmentation and Transfer Learning*. Applied Science, 2019.
- [223] Varadaraj V., Lama Assi L., Gajwani P., Wahl M., David J., Swenor B.K., Ehrlich J.R., *Evaluation of Tablet-Based Tests of Visual Acuity and Contrast Sensitivity in Older Adults*, Ophthalmic Epidemiology, 28:4, 293-300, 2021.
- [224] Verikas A., Bergman L., Bacauskiene M., *Unsupervised color image segmentation applied to printing quality assessment*, Image and Vision Computing, 23, 4, 417-425, 2005.
- [225] Veriskas A., Malmqvist L., Bergman L., *Neural Networks Based Colour Measuring for Process Monitoring and Control in Multicoloured Newspaper Printing*, Neural Computing and Applications, 9, 3, 227-242, 2000.
- [226] Verikas A., Bacauskiene M., *Using artificial neural networks for process and system modelling*, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 67,2 187-191, 2003.
- [227] Wachowiak F., Kujawińska A., *Influence of selected ergonomics factors on the effectiveness of quality control. Case study*. Advances in Human Factors and Sustainable Infrastructure; AHFE Conference, 2014 - s. 210-223.
- [228] Wales A.W.J., Anderson C., Jones K.L., Schwaninger A., Horne J.A. (2009). *Evaluating the two-component inspection model in a simplified luggage search task*. Behavior Research Methods, 41, 937-943.
- [229] Wang, M.J., & Drury, C.G. (1989). *A method of evaluating inspector's performance differences and job requirements*. Applied Ergonomics, 20, 181-190.
- [230] Watanapa A., Kaewkuekool S., Suksakulchai S., 2012, *Influence of training with and without reward on visual inspector's performance in 3 dimension model*, Applied Mechanics and Materials, 110-116, 2911-2917.

- [231] Watts K.P., *The effect of visual search strategy and overlays on visual inspection of castings (Master's thesis)*. Iowa State University, Ames, IA, 2011.
- [232] Wejman M., *Diagnozowanie środowiska pracy*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2012.
- [233] Wichtl M., Nickel P., Kaufmann U., Barenz P., Monica L., Radant L.S., Bischoff H-J., Nellutla M., *Improvements of machinery and systems safety by human factors, ergonomics and safety in human-system interaction*, in: S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018)*, vol. 819, Springer, Cham, 2019, pp. 257–267.
- [234] Widianta M.M.D, Rizaldi T., Setyohadi D.P.S., Riskiawan H.Y., *Comparison of Multi Criteria Decision Support Methods (AHP, TOPSIS, SAW & PROMENTHEE) for Employee Placement*. Journal of Physics. Conference Series, 2018.
- [235] Wiener E.L., *Individual and group differences in inspection*, in Drury C.G. and Fox J.G. (Eds.) *Human Reliability in Quality Control*, London, Taylor & Francis, 101-122, 1975.
- [236] Wilhelmsen C.A., Ostrom L.T., Kanki B., *Aviation visual crack measurement*. Presented at System Safety Society Meeting. Denver, CO., 2002.
- [237] Włodarkiewicz-Klimek H., *Wiedza jako kluczowa wartość organizacji, Zarządzanie współczesnym przedsiębiorstwem*, 195-206, 2016.
- [238] Włodarkiewicz-Klimek H., *Kapitał ludzki w kształtowaniu zwinności przedsiębiorstw opartych na wiedzy*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2018.
- [239] Witkowska D., *„Metody wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu”*. Łódź: Firma Księgarsko-Wydawnicza „Menadżer”, 2000.
- [240] Wyk E. A., Swarts I., Mukonza C., *The Influence of the Implementation of Job Rotation on Employees Perceived Job Satisfaction* International Journal of Business and Management, vol 13, No.11, 2018.
- [241] Yazdi Z, Sadeghniaat-Haghighi K, Loukzadeh Z, Elmizadeh K, Abbasi M. *Prevalence of Sleep Disorders and Their Impacts on Occupational Performance: A Comparison between Shift Workers and Nonshift Workers*. Sleep Disorders 2014.
- [242] Yeow P.H.P, Sen R.N., *Ergonomics Improvements of the Visual Inspection Process in a Printed Circuit Assembly Factory*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 10:4, 369-385, 2004.

- [243] Yeow P.H.P, Sen R.N., *Ergonomics Improvements of the Visual Inspection Process in a Printed Circuit Assembly Factory*, JOSE, 2015.
- [244] Suparyadi D., Yusro M., Yuliatmojo P., *Color Blindness Test By Ishihara Method Based on Microcontroller System*, 3rd UNJ International Conference on Technical and Vocational Education and Training 2019, KnE Social Science, pages 462–470.
- [245] Ulutas, B.H., Özkan, N.F. & Michalski, R. *Application of hidden Markov models to eye tracking data analysis of visual quality inspection operations*. Cent Eur J Oper Res 28, 761–777, 2020.
- [246] Zhovliev S.M., *Specialty of technological processes and production automation - profession of the XXI century*. ReseachJet Journal of Analysis and Inventions, Vol.2, Issue 5, May, 2021.
- [247] Zubar H.A., Alamoundi, R., *Analysis of Body Postures of Employees in Manufacturing Industry by Using Ergonomic Tools*, Journal of Scientific and Industrial Research, Vol. 78, March 2019, pp.144-147.
- [248] Żabińska I., Kuboszek A., Sujova E., Zitnansky J., *Ergonomic Diagnosis of a Computer Workstation*, Multidisciplinary Aspects of Production Engineering 1(1) 739-744, MAPE 2018, vol 1, issue 1.

SPIS NORM

- [1] PN-ISO 2859-1:2003 - wersja polska, Procedury kontroli wrywkowej metodą alternatywną -- Część 1: Schematy kontroli indeksowane na podstawie granicy
- [2] PN-ISO 2859-2:1996 - wersja polska, Procedury kontroli wrywkowej metodą alternatywną -- Plany badania na podstawi
- [3] PN-ISO 2859-3:1996 - wersja polska, Procedury kontroli wrywkowej metodą alternatywną -- Procedury kontroli skokowej, 1996.
- [4] PN-ISO 2859-4:2005 - wersja polska, Procedury kontroli wrywkowej metodą alternatywną -- Część 4: Procedury oceny deklarowanych poziomów jakości, 2005.
- [5] PN-EN ISO 9001:2015-10 Systemy zarządzania jakością - Wymagania.
- [6] PN-E-04040-03 Pomiary fotometryczne i radiometryczne -- Pomiar natężenia oświetlenia, 1983
- [7] PN-EN 309:2007 Płyty wiórowe – Definicja i klasyfikacja.

- [8] PN-EN 14322:2022-04 Płyty drewnopochodne – Płyta laminowana do zastosowań wewnętrznych – Definicja, wymagania i klasyfikacja
- [9] PN-EN 14323:2022-04 Płyty drewnopochodne – Płyty laminowane do zastosowań wewnętrznych – Metody badań.
- [10] PN-EN 300:2007 Płyty o wiórach orientowanych (OSB) – Definicje, klasyfikacja i wymagania techniczne.
- [11] PN-EN 316:2009 Płyty pilśniowe – Definicja, klasyfikacja i symbole
- [12] PN-EN 313-2:2001 Sklejka – Klasyfikacja i terminologia – Część 2: Terminologia.
- [13] PN-EN 13329+A2:2022-02 Laminowane pokrycia podłogowe – Elementy z warstwą użytkową na bazie aminoplastycznych termoutwardzalnych żywic – Specyfikacje, wymagania i metody badania.
- [14] PN-EN 438-2+A1:2019-01 Wysokociśnieniowe laminaty dekoracyjne (HPL) – Płyty z żywic termoutwardzalnych (zwyczajowo nazywane laminatami) – Część 2: Oznaczanie właściwości.
- [15] PN-EN ISO 3668:2020-08 Farby i lakiery – Wzrokowe porównywanie barwy farb.
- [16] PN-EN 12464-1L2022-01 Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- [17] PN-EN 7250-1:2017-12 Podstawowe wymiary ciała ludzkiego do projektowania technicznego—Część 1: Określenie wymiarów ciała ludzkiego oraz punkty odniesienia.
- [18] PN-EN 547-1+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 1: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp całym ciałem do maszyny.
- [19] PN-EN 547-2+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 2: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp.
- [20] PN-EN 547-3+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 3: Dane antropometryczne.
- [21] PN-N-08001:1980 Dane ergonomiczne do projektowania – Granica zasięgu rąk – Wymiary.
- [22] PN-N-08002: 1981 Ergonomiczne zasady projektowania systemów pracy.
- [23] PN-N-08003 Dane ergonomiczne do projektowania – Przestrzeń dla ręki obejmującej uchwyt – Wymiary.

- [24] PN-N-08018:991 Dane ergonomiczne do projektowania stanowisk pracy -- Strefy pracy kończyn górnych -- Wymiary.
- [25] PN-EN ISO 15535:2013-04 Wymagania ogólne dotyczące ustalania antropometrycznych baz danych.
- [26] PN-EN ISO 14738:2009 Bezpieczeństwo maszyn – Wymagania antropometryczne dotyczące projektowania stanowisk pracy przy maszynie.
- [27] PN-EN ISO 13854:2020-01 Bezpieczeństwo maszyn – Minimalne odstępki zapobiegające zgnieceniu części ciała człowieka.
- [28] PN-EN ISO 13855:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Umieszczenie wyposażenia ochronnego ze względu na prędkości zbliżania części ciała człowieka.
- [29] PN-EN ISO 13857:2020-03 Bezpieczeństwo maszyn – Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiającego sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych.

SPIS RYSUNKÓW

| | |
|--|-----|
| Rys. 1. Schemat realizacji badań, z uwzględnieniem użytych metod i narzędzi..... | 18 |
| Rys. 2. Przykładowe uni-dekory płyt drewnopochodnych ocenianych w procesie WKJ. | 29 |
| Rys. 3. Przykładowe dekory płyt drewnopochodnych ocenianych w procesie WKJ..... | 30 |
| Rys. 4. Przykładowe dekory płyt drewnopochodnych ocenianych w procesie WKJ..... | 31 |
| Rys. 5. Algorytm metody TOPSIS..... | 100 |
| Rys. 6. Procedura doboru pracowników w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Źródło: opracowanie własne..... | 130 |
| Rys. 7. Procedura oceny trudności i istotności procesu WKJ w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Źródło: opracowanie własne. | 131 |
| Rys. 8. Procedura oceny warunków stanowiska pracy WKJ w systemie wzrokowej kontroli jakości płyt drewnopochodnych. Źródło: opracowanie własne. | 132 |

SPIS TABEL

| | |
|--|-----|
| Tab. 1. Wybrane główne normy europejskie dotyczące wyrobów drewnopochodnych. | 32 |
| Tab. 2. Wykaz badań w obszarze czynników wpływających na prawidłowe przeprowadzenie procesu WKJ..... | 73 |
| Tab. 3. Normy ergonomiczne dla organizacji stanowisk pracy..... | 89 |
| Tab. 4. Wagi kryteriów według kontrolerów. | 94 |
| Tab. 5. Proporcja – dominacje wg Thurstona. | 97 |
| Tab. 6. Dystrybuanta standardowego rozkładu normalnego. | 98 |
| Tab. 7. Wartości standaryzowane..... | 98 |
| Tab. 8. Przeskalowane kryterium ważności. | 99 |
| Tab. 9. Charakterystyka badanych. | 109 |
| Tab. 10. Wyniki analizy Thurstona. | 111 |
| Tab. 11. Uszeregowane wyniki analizy Thurstona. | 112 |
| Tab. 12. Zestawienie wyników badań. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ. | 113 |
| Tab. 13. Proporcja wyników badań. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ..... | 116 |
| Tab. 14. Dystrybuanty rozkładu normalnego wg Statsoft dnia 21.11.2021. | 116 |

| | |
|--|-----|
| Tab. 15. Wartości standaryzowane. Czynniki wpływające na nieprawidłowe przeprowadzenie WKJ płyt drewnopochodnych. | 117 |
| Tab. 16. Przeskalowane wyniki. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ. | 117 |
| Tab. 17. Uszeregowane wyniki analizy Thurstona. Czynniki wpływające na przeprowadzenie WKJ. | 118 |
| Tab. 18. Wyniki badań oceny pracowników WKJ. | 119 |
| Tab. 19. Ranking kontrolerów. Analiza TOPSIS. | 120 |
| Tab. 20. Ranking kontrolerów. Analiza TOPSIS modyfikowana. | 120 |
| Tab. 21. Lista kontrolna oceny stanowiska WKJ. | 123 |
| Tab. 22. Lista pytań do oceny trudności i istotności WKJ. | 125 |

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1. Formularz F0 do określenia ważności cech kontrolera oraz aspektów wpływających na proces WKJ.

Formularz ankiety (kontrolerzy jakości)

SZANOWNI PAŃSTWO!

Zwracam się z uprzejmą prośbą o wypełnienie ankiety dotyczącej wzrokowej kontroli jakości. Państwa opinie i sugestie są anonimowe i zostaną wykorzystane jedynie w celach naukowych. Wypełnioną ankietę proszę przesać mailowo na adres fryderyk.wachowiak@interia.pl. Na końcu ankiety znajduje się słownik, jeżeli któreś z pojęć wymaga wyjaśnienia.

Czy w Twoim procesie kontroli jakości występują błędy (można zaznaczyć kilka):

- Powtarzalne/systematyczne
- Jednostkowe/losowe
- Znane
- Nieznane

Jaka Twoim zdaniem jest najważniejsza cecha dobrego kontrolera jakości? Uszereguj od najważniejszej – 1 do najmniej istotnej – 9 (każda cyfra może zostać użyta tylko raz)

| Cecha | Ważność [1-9] |
|---------------------------------------|---------------|
| decyzyjność | |
| determinacja | |
| doświadczenie | |
| inteligencja | |
| kondycja zdrowotna/sprawność fizyczna | |
| motywacja | |
| spozstrzegawczość | |
| temperament | |
| wyszkolenie | |

Jakie Twoim zdaniem są najczęstsze przyczyny nieprawidłowego przeprowadzenia kontroli jakości? Uszereguj od najważniejszego 1 do najmniej istotnego 9 (każda cyfra może zostać użyta tylko raz)

| Cecha | Ważność [1-9] |
|------------------------------------|---------------|
| hałas | |
| inne (proszę wymienić): | |
| mikroklimat | |
| monotonia pracy | |
| nieprzestrzeganie instrukcji pracy | |
| nieuwaga pracownika | |
| oświetlenie | |
| pośpiech | |
| zmęczenie pracownika | |

Proszę odpowiedzieć na poniższe pytania:

Staż pracy na stanowisku Kontrolera jakości w latach (we wszystkich firmach):.....

Twoje poprzednie stanowisko pracy:.....

Wiek Płeć - Kobieta Mężczyzna

Wykształcenie: podstawowe zawodowe średnie wyższe

Branża (w jakiej branży obecnie pracujesz?):.....

Rodzaj prowadzonej KJ na stanowisku (zaznacz „X” w okienku, jeśli dotyczy)

- a) Pełna - 100% Wyrwykowa (losowa)
- b) Samokontrola kontrola dedykowana
- c) Kontrola międzyoperacyjna kontrola finalna
- d) Inna:

CZĘŚĆ POMOCNICZA - SŁOWNIK UŻYTYCH POJĘĆ

Decyzyjność: umiejętność podjęcia decyzji, prawo lub możliwość decydowania o czymś

Determinacja: zdecydowanie w dążeniu do celu pomimo napotykanym trudności.

Doświadczenie: ogół wiadomości i umiejętności zdobytych na podstawie obserwacji i własnych przeżyć.

Inteligencja: sprawności w zakresie czynności poznawczych; w języku potocznym przez inteligencję rozumie się najczęściej zdolność rozwiązywania problemów praktycznych. zdolnością uczenia się na podstawie własnych doświadczeń oraz zdolnością przystosowania się do otaczającego środowiska. Zdolność myślenia, rozwiązywania problemów oraz angażowania adekwatnych do okoliczności procesów poznawczych (takich jak np.: uczenie się, szybkość przetwarzania informacji, zasoby uwagi, pamięć robocza, kontrola poznawcza), od których zależy skuteczność przystosowania się do nowych sytuacji i sprawność działania.

Kondycja zdrowotna/sprawność fizyczna- stan pełnego fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu / umiejętność rozwiązywania przez człowieka zadań ruchowych lub zdolność do efektywnego i ekonomicznego wykonania pracy mięśniowej

Motywacja: proces regulacji psychicznych, nadający energię zachowaniu człowieka i ukierunkowujący je; może mieć charakter świadomy lub nieświadomy. stan gotowości do podjęcia określonego działania, wzbudzony potrzebą zespół procesów psychicznych i fizjologicznych, określających podłoże zachowań i ich zmian.

Spostrzegawczość: cecha, dzięki której szybko i łatwo spostrzegamy wiele rzeczy, szczegółów

Temperament - zespół cech osobowości, kategoryzowany najczęściej na

- a) Choleryk - temperament człowieka, którego reakcje uczuciowe są szybkie, silne i długotrwałe
- b) Flegmatyk - temperament człowieka, którego reakcje są powolne, słabe i krótkotrwałe
- c) Melancholik - temperament człowieka, którego reakcje są powolne, słabe, lecz długotrwałe
- d) Sangwinik - temperament człowieka, którego reakcje uczuciowe są szybkie, silne, lecz krótkotrwałe

Wyszkolenie: umiejętności zdobyte w jakiejś dziedzinie, przygotowanie do wypełnienia określonych obowiązków

Załącznik nr 2. Formularz F1 do oceny kontrolerów jakości.

Formularz oceny kontrolerów jakości

Niniejszy formularz służy do oceny kontrolerów jakości względem wskazanych w tabeli cech.

Proszę ocenić kontrolerów wzrokowej kontroli jakości (każdego z osobna) według poniższych kryteriów. Oceny proszę dokonać w skali:

- 1 - Nie posiada
- 2 - Słaby
- 3 - Średni
- 4 - Dobry
- 5 - Bardzo dobry

Kontroler jakości jest:

| Cecha | Ważność [1-5] |
|----------------------|---------------|
| decyzyjny | |
| zdeteminowany | |
| doświadczony | |
| inteligentny | |
| sprawnny fizycznie | |
| zmotywowany do pracy | |
| spostrzegawczy | |
| temperamentny | |
| wyszkolony | |

CZĘŚĆ POMOCNICZA - SŁOWNIK UŻYTYCH POJĘĆ

Decyzyjność: umiejętność podjęcia decyzji, prawo lub możliwość decydowania o czymś

Determinacja: zdecydowanie w dążeniu do celu pomimo napotykanym trudności.

Doświadczenie: ogół wiadomości i umiejętności zdobytych na podstawie obserwacji i własnych przeżyć.

Inteligencja: sprawności w zakresie czynności poznawczych; w języku potocznym przez inteligencję rozumie się najczęściej zdolność rozwiązywania problemów praktycznych. zdolnością uczenia się na podstawie własnych doświadczeń oraz zdolnością przystosowania się do otaczającego środowiska. Zdolność myślenia, rozwiązywania problemów oraz angażowania adekwatnych do okoliczności procesów poznawczych (takich jak np.: uczenie się, szybkość przetwarzania informacji, zasoby uwagi, pamięć robocza, kontrola poznawcza), od których zależy skuteczność przystosowania się do nowych sytuacji i sprawność działania.

Kondycja zdrowotna/sprawność fizyczna- stan pełnego fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu / umiejętność rozwiązywania przez człowieka zadań ruchowych lub zdolność do efektywnego i ekonomicznego wykonania pracy mięśniowej

Motywacja: proces regulacji psychicznych, nadający energię zachowaniu człowieka i ukierunkowujący je; może mieć charakter świadomy lub nieświadomy. stan gotowości do podjęcia określonego działania, wzbudzony potrzebą zespół procesów psychicznych i fizjologicznych, określających podłoże zachowań i ich zmian.

Spostrzegawczość: cecha, dzięki której szybko i łatwo spostrzegamy wiele rzeczy, szczegółów

Temperament - zespół cech osobowości, kategoryzowany najczęściej na

- a) Choleryk - temperament człowieka, którego reakcje uczuciowe są szybkie, silne i długotrwałe
- b) Flegmatyk - temperament człowieka, którego reakcje są powolne, słabe i krótkotrwałe
- c) Melancholik - temperament człowieka, którego reakcje są powolne, słabe, lecz długotrwałe
- d) Sangwinik - temperament człowieka, którego reakcje uczuciowe są szybkie, silne, lecz krótkotrwałe

Wyszkolenie: umiejętności zdobyte w jakiejś dziedzinie, przygotowanie do wypełnienia określonych obowiązków

Załącznik nr 3. Formularz F2 do oceny warunków pracy.

Formularz oceny warunków pracy na stanowisku WKJ

Niniejszy formularz służy do oceny warunków pracy na stanowisku Wzrokowej Kontroli Jakości branży drewnopochodnej. W przypadku uzyskania odpowiedzi niepożądanego w którejkolwiek kategorii, należy podjąć działania korygujące i przeprowadzić ocenę ponownie.

| I.p. | Kategorie wg ważności | Ocena obserwatora | Ocena subiektywna (pożądana odpowiedź wyboldowana) |
|------|------------------------------------|---|---|
| 1. | Zmęczenie | Pożądana: Pracownicy nie są zmęczeni pracą | Praca męcząca Praca nie męcząca |
| 2. | Pośpiech | Pożądana: Pośpiech nie wynika z tempa procesu | Pośpiech występuje Pośpiech nie występuje |
| 3. | Nieuwaga pracownika | Pożądana: Pracownik zachowuje uwagę | Ciągła koncentracja uwagi Koncentracja uwagi z przerwami |
| 4. | Oświetlenie | Wartość pożądana: 800-1600 lx | Za słabe Prawidłowe Za mocne |
| 5. | Monotonia | Pożądane: Nie występuje monotonia | Praca monotonna Praca niemonotonna |
| 6. | Hałas | Wartości pożądane: ≤ 85 dbA / 8 godzin ≤ 115 dbA Max. poziom dźwięku ≤ 135 dbA Szczytowy poziom dźwięku | Hałas akceptowalny Hałas nieakceptowalny |
| 7. | Nieprzestrzeżenie instrukcji pracy | Pożądana instrukcja pracy: - dostępna - kompletna - jednoznaczna - zawiera potrzebne informacje - czytelna - zrozumiała - aktualna | Brak instrukcji Instrukcja prawidłowa Instrukcja nieprawidłowa |
| 8. | Mikroklimat | Wartości pożądane: Temperatura: 19-23 °C Wilgotność powietrza: 40-70% Max. prędkość powietrza: - 0,2 m/s (okres grzewczy) - 0,3 m/s (okres chłodniczy) | Mikroklimat odpowiedni Mikroklimat nie odpowiedni. |
| 9. | Inne | Uwagi obserwatora w obszarze warunków pracy | Uwagi subiektywne kontrolera. |

Załącznik nr 4. Formularz F3 do oceny trudności i istotności WKJ.

FORMULARZ OCENY ISTOTNOŚCI I TRUDNOŚCI PROCESU WZROKOWEJ KONTROLI JAKOŚCI

Proszę ocenić dane stanowisko pod kątem trudności i istotności prowadzenia wzrokowej kontroli jakości. Odpowiedź TAK lub NIE dla każdego pytania proszę zaznaczyć kółkiem.

Wypełniony formularz proszę odesłać mailowo na adres: fryderyk.wachowiak@interia.pl

| Istotność WKJ odpowiedź TAK na którekolwiek pytanie oznacza istotną WKJ | | |
|---|---|------------------|
| | PYTANIE | ODPOWIEDŹ |
| 1. | Czy przepuszczenie wadliwego wyrobu ma krytyczne znaczenie dla kolejnej operacji, etapu, procesu wytwarzania / klienta? | TAK NIE |
| 2. | Czy przepuszczona wada wyrobu może zostać wykryta podczas kolejnych operacji, etapów, procesów produkcji? | TAK NIE |
| Trudność WKJ odpowiedź TAK oznacza trudność w procesie WKJ | | |
| | PYTANIE | ODPOWIEDŹ |
| 1. | Czy wyrób jest konstrukcyjnie złożony, skomplikowany? | TAK NIE |
| 2. | Czy wady nie są dobrze widoczne? | TAK NIE |
| 3. | Czy mogą wystąpić nieznane błędy/wady w wyrobie? | TAK NIE |
| 4. | Czy wady mogą wystąpić w różnych miejscach w wyrobie? | TAK NIE |
| 5. | Czy błędy występują cyklicznie (powtarzają się z określoną częstotliwością)? | TAK NIE |
| 6. | Czy błędy pojawiają się rzadko? | TAK NIE |
| 7. | Czy naraz występuje duża liczba błędów? | TAK NIE |
| 8. | Czy podczas pracy na stanowisku występuje zjawisko monotonii? | TAK NIE |
| 9. | Czy tempo pracy narzucone rytmem / taktem produkcji powoduje pośpiech u pracownika? | TAK NIE |
| 10. | Czy na stanowisku pracy wymagane jest ciągłe skupienie uwagi przez pracownika? | TAK NIE |