Sławińska M. Berlik M., Słoniec J., (2021), [Occupational Risk Management on the Basis of Accident Scenarios in the Usage Chain](https://www.ersj.eu/journal/2273), European Research Studies Journal, vol. XXIV, Special Issue, pp. 417-427, DOI: 10.35808/ersj/2273.

Abstrakcyjny:

Cel: Opracowanie narzędzia do pogłębionej analizy ryzyka zawodowego, opartej na identyfikacji zależności systemowych w łańcuchu użytkowania pracownik-urządzenie-pośrednik-maszyna, w celu docelowo osiągnięcia poprawy bezpieczeństwa pracy operatorów urządzeń technologicznych.

Metoda: Algorytm iteracyjny identyfikujący czynniki kontekstu zadania, do systemowego zarządzania ryzykiem zawodowym. Zastosowanie technik kartowych rejestrujących przebieg czynności wykonywanych przez pracownika podczas zmiany w celu rozpoznania zjawisk towarzyszących sytuacji zagrożenia bezpieczeństwa na stanowisku pracy.

Wyniki: Standaryzowany algorytm pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania informacji dla warunków zadaniowych, w ujęciu systemowym. Baza informacji operacyjnych poszerzona o wiedzę o czynnikach, które są kluczowe dla bezpiecznego funkcjonowania człowieka w miejscu pracy. Efektywne wykorzystanie wiedzy wynikającej z relacji systemowych. Projektowanie struktury operacyjnej bazy danych informacji oraz algorytmów sterowania zasobami w odniesieniu do potencjału krytycznego.

Wartość: Subiektywna ocena wymagań stanowiska pracy dla bazy informacji operacyjnej, która może być wykorzystana w celu optymalizacji nakładów na redukcję ryzyka zawodowego w danym przedsiębiorstwie. Rozwój kompetencji zawodowych dzięki współpracy pracowników na poszczególnych stanowiskach w trakcie twórczego procesu badawczego doskonalącego projekty techniczne i organizacyjne, a także wzrost poczucia bezpieczeństwa pracy wśród personelu.

***Abstract:***

***Purpose:*** *Development of a tool for in-depth analysis of occupational risk, based on the identification of system relationships in the employee-intermediary device-machine chain of use, in order to ultimately achieve the improvement in the occupational safety for technological equipment operators.*

***Method:*** *Iterative algorithm identifying the task context factors, for the systemic management of occupational risk. Application of card techniques recording the course of activities performed by an employee during a shift, in order to recognize the phenomena accompanying a safety hazard situation within the workplace.*

***Results:*** *The standardized algorithm of obtaining, processing and sharing the information for task-related conditions, in a systemic approach. The operational information database extended with knowledge of factors, that are crucial for safe operation of a human being in the workplace. Effective application of knowledge resulting from the system relationships. Designing the structure of the operational information database and resource control algorithms, in relation to the critical potential.*

***Value:*** *A subjective evaluation of workplace requirements for the operational information database, that can be used in order to optimize the expenditures on the reduction of occupational risk in a given enterprise. Development of professional competences thanks to the cooperation of employees at particular positions during the creative research process perfecting the technical and organizational designs, as well as the increased sense of occupational safety among the personnel.*

***Keywords:*** *risk management, risk analysis, accident scenarios, safety of labour, human factor, usage chain, occupational risk, ergonomics*

**1. Introduction**

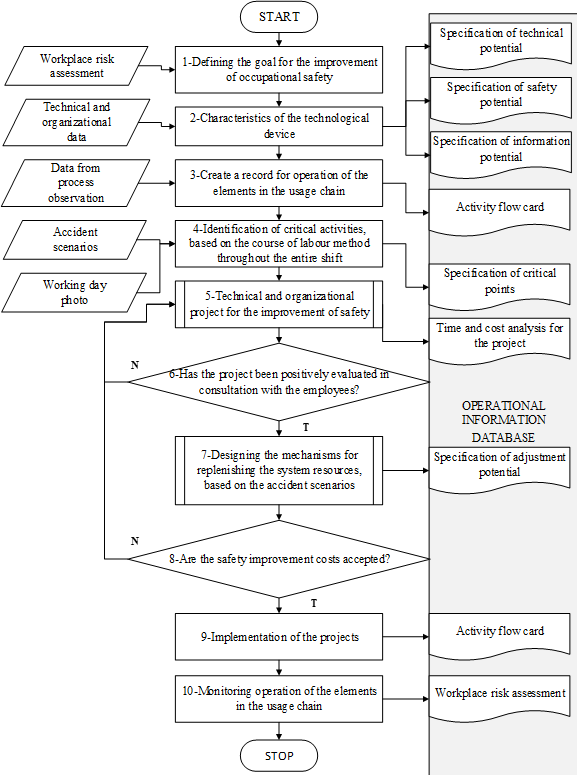
Usage is the basic process, when machines are operated. An in-depth analysis of the interaction between the elements of the usage chain is fundamental for the improvement of the occupational safety. Recognition of the relationship in employee/operator, intermediary device/interface and machine/technological process leads to a lower risk with respect to the health, life, property and the environment.

This paper presents the method of designing the safety of the usage chain, based on the modelling of system relationships with means of accident scenarios in the usage process of machines, with particular consideration to the definition of the safety as the property of the object characterized by its resistance to the occurring hazardous situations. According to this basis the following is provided: the methods of reducing the susceptibility of the occupational system to dangerous situations, as well as the methods of reducing the probability of the safety failure within the occupational processes (Yelin and Shumilin, 2021; Batra and Tsobanoglou, 2021­­).

The presented approach for the reduction of risk by the designer, based on a four-stage safety improvement strategy (in accordance with ISO 14001), increases the scope of design solutions at all levels of research, including (Berlik and Sławińska, 2020):

* design assumptions,
* modifying the component properties,
* limiting the critical relationships, through the use of appropriate barriers, implementation of protective equipment, as well as implementation of safety measures,
* informing about the remaining threats, alerting with means of administrative measures.

***Figure 1****. Algorithm establishing the operational information database for technical and social systems - systemic approach*



***Source:*** *Own creation*

Basically, the first step in creating the operational information resources results from the requirement for the improvement of occupational safety, and this safety results from the guidelines contained in the evaluation sheet for the occupational risk at a workplace (Figure 1). This requires a detailed analysis of the workshop documentation, as well as characterization of the conditions for organization of operational processes. As a result of the second step, the records are created, which include: specification of technical potential, namely means of work and auxiliary devices, specification of safety potential, i.e. characteristics of safety devices and specification of information potential, i.e. characteristics of measures and information technologies supporting basic and auxiliary processes. In the third step, thanks to the information obtained from the observation of the course of operational method, a record of the relationship between the elements of the usage chain/employee - means of work - labour organization factors are created in the form of a standard activity course card. Carrying out a detailed analysis of accident scenarios and photos during the workday constitutes the basis for the fourth step, i.e. recognizing difficulties and problems, as well as creating the records of critical activities, which are most often documented as detailed information in the comments on the photo card for the workday. On the basis of the already collected knowledge of the organization of labour, in the fifth step, a creative solution for the improvement of the safety for the analysed/tested method of operation is provided; thereafter, the conditions for implementation of the project are described in the form of the results of time-cost analysis. In the sixth step of the algorithm, consultations are carried out and a broad approval of the project improving the safety is being obtained. In the seventh step, the concept is formalized, on the grounds of knowledge resulting from the understanding of causal chains originating from the analysis of accident scenarios. A concept of controlling the available resources is created according to the planned rules of inference and guidelines for obtaining the balancing measures for the deficit situations. The eighth step, which precedes the implementation, is required for cost optimization, or in the situations of lacking acceptance and further searching of a solution to the problem. Acceptance of the costs in the adopted project for the improvement of the operational safety justifies the implementation of changes in the standards for organization of labour, for which new provisions are created, i.e. in the workflow card. As each change requires the reassessment of occupational risk, in the tenth step, after periodic monitoring for operation of the components within the usage chain, the next risk evaluation for the workplace risk is provided.

**3. Conclusions**

Modelling the situation of occupational safety failure, on the basis of accident scenarios, synthetically involves many heterogeneous phenomena. Thanks to this, a logical sequence of events is created, which also includes the unnoticed and concurrently occurring events. As a result of such description/modelling, the knowledge increases about the actual determinants of a safety failure situation and the adequate procedures are implemented at time of designing the improving technical and organizational solutions (Berlik and Ewertowski, 2019). The presented procedure allows you to prepare the alternative solutions with knowledge of all the elements forming the activity chain, which will allow you to react appropriately and efficiently in the event of a threat to the health and life of the employees.

Sławińska M., Wróbel K., (2021). Indicative Method of Human Failure in Sustainable Chain of Custody Management, European Research Studies Journal Volume XXIV Special Issue 5, p. 709-725.

***Abstract:***

***Purpose:*** *Celem artykułu jest zaprezentowanie teoretycznych ram zrównoważonego zarządzania łańcuchem działania (ŁD) za pomocą monitorowania wskaźników zawodności operatora urządzeń technicznych.,*

***Design/Methodology/Approach:*** *Przedstawiona metoda koncentruje się na monitoringu i ocenie stanu organizacji, diagnozie przyczyn odstępstw od pożądanego stanu operatora i modelowaniu stanu systemu na skutek planowanego wdrożenia interwencji ergonomicznych (IE). Mierzenie reakcji operatora tworzy wiedzę o interakcji i możliwościach modyfikacji systemu dzięki obiektywnym danym.*

***Findings:*** *Prezentowana metoda pozwala scharakteryzować środowisko pracy wartościami zmiennych, które stanowią koncepty FCM. Stan procesu interakcji jest wyznaczony przez potencjalne dystraktory, w zbiorze których zawierają się m.in. czynniki środowiska pracy, warunki procesów poznawczych i decyzyjnych, warunki czynności manualnych oraz cechy osobowości.*

***Practical Implications:*** *Wdrożenie metody wskaźnikowej umożliwia ocenę potencjału IE, które mogą okazać się zagrożeniem dla bezpieczeństwa, efektywności zadań i wygody.*

***Originality/Value:*** *Zastosowanie technik monitoringu oraz analizy obciążeń i niezawodności operatora w P4.0 jest możliwe w czasie rzeczywistym, przy rejestracji wskaźników psychofizjologicznych pod kątem tzw. User experience (UX).*

***Keywords:*** human factor, work safety, ergonomic intervention, industry 4.0, fuzzy cognitive maps

**1. Introduction**

**1.1. Obciążenia operatora cyfrowej przestrzeni pracy**

Przemysł 4.0 (P4.0) przekształca organizacje w zakresie interakcji w cyfrowej przestrzeni pracy (CPP) (Lorenz, Rüßmann , Strack, Lueth, Bolle, 2015). Wiąże się to z przyjęciem zaawansowanych technologii cyfrowych do obszaru zarządzania wydajnością pracy, modyfikowania obciążenia metodą pracy, a także do obszaru doskonalenia procesów komunikacji z klientem wewnętrznym i zewnętrznym (Peruzzini, Grandi, Pellicciari, 2020). System pracy każdej organizacji składa się z zasobów i relacji między tymi zasobami. Opisem dynamicznych zjawisk towarzyszących wspomnianym relacjom są łańcuchy działania (ŁD). Są to charakterystyki układów trójki elementów: człowieka, interfejsu i urządzenia technicznego (Sławińska, 2016*)*. Ze względu na swoją naturę, człowiek jest najsłabszym elementem systemu, ale równocześnie może być kluczowym. Rejestrowanie przebiegu zadań i stanu organizmu pracownika z wykorzystaniem wskaźników psychofizycznych może być traktowane jako test krytyczny funkcjonowania całej organizacji. Monitorowanie w czasie rzeczywistym stanu pracownika i rejestracja ŁD umożliwia diagnozowanie przyczyn zmian sytuacji pracy. Diagnoza przyczyn zmian staje się podstawą optymalizacji procesów pracy, ma znaczenie dla poprawy produktywności i obniżania kosztów modyfikacji systemu pracy w doskonaleniu bezpieczeństwa i ergonomiczności (Butlewski et al., 2020). W modelowaniu systemu pracy Autorzy artykułu wykorzystali techniki sztucznej inteligencji tj. rozmyte mapy kognitywne (FCM). Ponieważ każda organizacja ma swoją specyfikę i odmienne warunki otoczenia, dlatego przyjęto założenie, że FCM wymaga dostrojenia mapy do organizacji.

Przedstawiona w artykule metoda zrównoważonego zarządzania ŁD za pomocą monitorowania wskaźników zawodności operatora CPP uwzględnia walidację wspomagania procesów decyzyjnych w zrównoważonym zarządzaniu (ZZ) organizacją. W zakresie walidacji zostały ujęte oddziaływania warunków otoczenia na stres operatora oraz modelowanie wpływu interwencji ergonomicznych (IE) na jakość systemu pracy. Dla ZZ ważne jest rozpatrywanie sytuacji przejścia między stanami systemu w ŁD, a dla dopełniania zasobów ludzkich interesujące są zmiany stanu operatora – szczególnie stres (Sławińska, Więcek-Janka, 2017). Stany systemu tj. sytuacje trudne, nietypowe i zaskakujące wskazują na przyczyny zawodności i odporności elementów systemu.

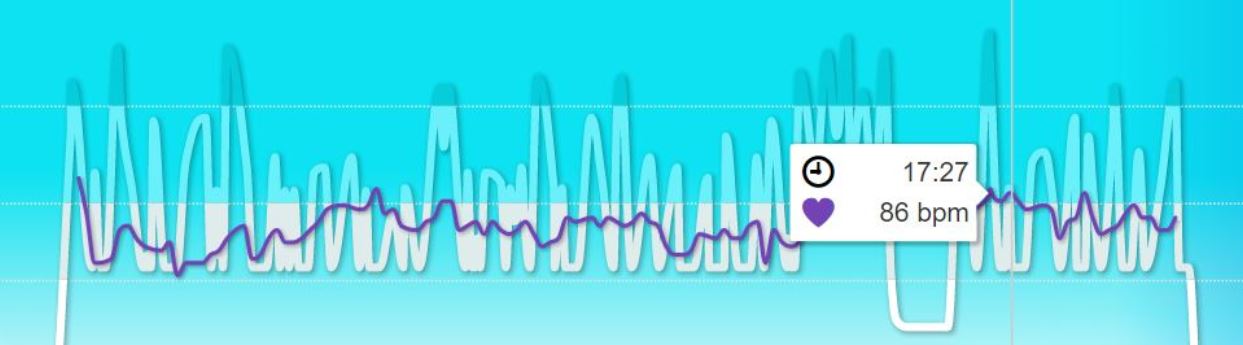
***Tab. 3.*** *Mapa kognitywna stanu zmiennych operatora CPP*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Spójność zarządzania | Złożoność zarządzania | Czas podejmowania decyzji | Jakość wspierania pracy | Poziom wzbogacania pracy | Jakość systemu motywacji | Jakość nadzoru | Jakość procedur HRM | Gotowość pracowników | Efektywność pracowników | Dostępność surowców/materiałów | Dostępność narzędzi pracy | Jakość przywództwa | Efektywność realizacji procesu | Częstotliwość niezgodności | Częstotliwość sytuacji trudnych | Poziom oświetlenia | Tempo pracy | Zadania równoległe | Wygoda pozycji ciała | Odległość od ekranu | Pozycja kończyn górnych | Hałas | Stres |
|  | Nr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Spójność zarządzania | 1 | 0 | -1 | -0,6 | 0,6 | 0 | 0,2 | 1 | 1 | 0,2 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1 | 0,6 | -0,6 | -0,6 | 0 | -0,6 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,6 |
| Złożoność zarządzania | 2 | -0,6 | 0 | 1 | 0 | 0,2 | -0,6 | -0,6 | 0 | -0,6 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | -0,6 | -1 | 0,6 | 0,6 | 0 | -0,6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Czas podejmowania decyzji | 3 | -1 | 0 | 0 | -0,6 | 0 | -0,6 | -1 | -1 | -0,6 | -1 | -0,6 | -0,2 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0,6 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 |
| Jakość wspierania pracy | 4 | 0,6 | -0,2 | -0,6 | 0 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 0,6 | 1 | 0,6 | 0,6 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -0,6 | -1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | -0,3 | -1 |
| Poziom wzbogacania pracy | 5 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 1 | 0 | 1 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | 1 | 0 | -0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0,3 | 1 | -0,3 | 0 | 0 | 0,6 | 1 |
| Jakość systemu motywacji | 6 | 1 | -0,2 | -0,6 | 1 | -0,2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | -0,6 | -1 | 0 | 0,3 | 0 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0 | -0,3 |
| Jakość nadzoru | 7 | 1 | -0,2 | -1 | 0,6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,6 | 1 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | -0,6 | -1 | 1 | 0,3 | -0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0 | -0,3 |
| Jakość procedur HRM | 8 | 0,6 | -0,2 | -0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,6 | 0 | 0 | 1 | 0,6 | -0,6 | -0,6 | 0 | 0,3 | -0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0 | -0,3 |
| Gotowość pracowników | 9 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0,2 | 0,6 | 1 | 0,6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,6 | 1 | -0,2 | -0,2 | 0 | 0 | -0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 |
| Efektywność pracowników | 10 | 0,2 | 0 | -0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 1 | 0 | 0,6 | 0,2 | 1 | 1 | -0,6 | -0,6 | 0 | 1 | -0,6 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -0,3 |
| Dostępność surowców/materiał. | 11 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -0,2 | 1 | 1 | 0,3 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | -0,6 |
| Dostępność narzędzi pracy | 12 | 0 | 0,6 | 0,6 | 1 | 1 | 0 | -0,2 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0 | 1 | 0,3 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | -0,6 |
| Jakość przywództwa | 13 | 1 | -0,2 | -0,6 | 0,6 | 0 | 1 | 1 | 0,6 | 1 | 1 | 0,6 | 0,2 | 0 | 0,6 | -0,6 | -1 | 1 | 1 | -0,6 | 0,6 | 1 | 1 | 0,3 | -1 |
| Efektywność realizacji procesu | 14 | 0 | 0 | -1 | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 1 | 1 | -0,2 | -0,2 | 0,6 | 0 | -1 | -0,6 | 0 | 0 | -0,3 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0,6 |
| Częstotliwość niezgodności | 15 | -0,6 | 1 | 1 | -0,2 | 0 | -0,6 | -0,6 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -0,6 | -1 | 0 | 1 | -1 | -0,6 | 1 | -0,6 | 0 | 0 | 0,3 | 1 |
| Częstotliwość sytuacji trudnych | 16 | -0,6 | 1 | 1 | -0,2 | 0 | -0,6 | -0,6 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -0,6 | -1 | 1 | 0 | -1 | -1 | 1 | -0,6 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Poziom oświetlenia | 17 | 0 | 0 | -0,3 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 |
| Tempo pracy | 18 | 0,3 | 0 | -0,6 | 0 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | 0 | -0,6 | 1 | -0,6 | -0,3 | -0,6 | 1 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | -1 | -0,6 | 0 | -1 | 0,3 | -1 |
| Zadania równoległe | 19 | 0 | 0,6 | -1 | 0 | 1 | -0,6 | -0,3 | -0,3 | -0,6 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | -0,6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| Wygoda pozycji ciała | 20 | 0 | 0 | -0,3 | 0,6 | 0 | 0,6 | 0 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,6 | -0,6 | 0 | 0,3 | 0,3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Odległość od ekranu | 21 | 0 | 0 | -0,3 | 0,6 | 0 | 0,6 | 0 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,6 | -0,6 | 0,3 | -0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -0,6 |
| Pozycja kończyn górnych | 22 | 0 | 0 | -0,3 | 0,6 | 0 | 0,6 | 0 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,6 | -0,6 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 |
| Hałas | 23 | 0 | 0 | 1 | -0,6 | 0 | -0,6 | 0 | -0,3 | -0,6 | -0,6 | 0 | 0 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | 0 | -0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Stres | 24 | 0 | 0 | 1 | -0,3 | -0,6 | -1 | -0,3 | -0,6 | -1 | -1 | 0 | 0 | -1 | -1 | 1 | 1 | 0 | -0,6 | -1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |

**4. Wyniki**

**41. Oddziaływanie warunków otoczenia na stres operatora**

W kilku przypadkach zaobserwowano korelację wyników HR ze zmianą pozycji ciała, w tym z przemieszczaniem się (rys. 2). Podczas pracy operator wielokrotnie zmieniał pozycję ciała siedząc, stojąc i chodząc. Najwyższą wartość HR zaobserwowano przy uruchomieniu pomiaru (HR=90) podczas chodu, a najniższą o godz. 09:04 (HR=66) podczas siedzenia.



***Rys. 2.*** *Wartości wskaźnika HR z pomiaru*

Jednak, wyniki pomiaru HR i obserwacji wykazały, że na obciążenia układu krążenia największy wpływ ma reakcja na bodźce stresowe tj. rozmowa z przełożonym, czy rozwiązywanie złożonych problemów i związany z tym wysoki poziom skupienia (rys. 2). Była to również najczęstsza przyczyna wzrostu wartości wskaźnika HR podczas siedzenia i w ogóle. Wprowadzane zmiany warunków otoczenia pracy operatora CPP w małym stopniu przyczyniały się do zmiany wartości wskaźnika HR (tab. 4.).

***Tab. 4.*** *Wpływ charakterystyk zmiennych warunków otoczenia na wskaźnik HR*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Obserwacja | Charakterystyka zmiennych | Wynik średni HR | Czas obserwacji |
| 1. | charakterystyka wejściowa | 86 | 04:05 |
| 2. | jak w charakterystyce wejściowej + słabe oświetlenie | 83 | 03:55 |
| 3. | jak w charakterystyce wejściowej + wolne tempo pracy | 80 | 04:35 |
| 4. | jak w charakterystyce wejściowej + leżąca pozycja ciała | 86 | 03:56 |
| 5. | jak w charakterystyce wejściowej + 300 cm odległości od ekranu | 81 | 04:08 |
| 6. | jak w charakterystyce wejściowej + pozycja k. górnych zgięta w stawie łokciowym niepodparta; przy ciele na wysokości splotu słonecznego | 83 | 03:57 |
| 7. | jak w charakterystyce wejściowej + absolutna cisza | 80 | 03:57 |
| 8. | jak w charakterystyce wejściowej + dwa zadania równoległe | 80 | 04:05 |

Zmiennymi warunków otoczenia najniekorzystniej wpływającymi na obciążenie były charakterystyka wejściowa i leżąca pozycja ciała. Natomiast podczas wolnego tempa pracy, ciszy i wykonywania dwóch zadań równolegle zaobserwowano najniższe wyniki HR podczas badania wpływu modyfikacji zmiennych otoczenia (tab. 4).

**5. Podsumowanie**

**5. 1. Ogólne wnioski z walidacji wpływu warunków otoczenia na stres**

Na stres w miejscu pracy składają się dwa główne czynniki: charakter zadania oraz właściwości indywidualne pracownika. Eksperymenty potwierdziły, że zmiana warunków otoczenia pracy operatora CPP ma mały wpływ na wartości tętna HR, który przez badaczy został potraktowany jako wskaźnik zjawiska synergii kontekstu zadaniowego. Manipulując jednostkowym parametram z grupy czynników ergonomicznych nie zaobserwowano zmiany wartości HR, np. gdy zmieniano parametry siedziska. Potwierdzono związek z sytuacjami w łańcuchu działania, a wskaźnikiem HR, co można wykorzystać w monitorowaniu i modelowaniu obciążenia operatora i warunków CPP.

**5. 2. Ogólne wnioski z walidacji zastosowania FCM**

Dzięki symulacjom można planować działania proaktywne i reaktywne w zakresie kształtowania obciążenia operatora i warunków pracy na różnych poziomach szczegółowości – przy różnych mapach lub większej jej szczegółowości. FCM daje możliwość szukania i śledzenia zmian dla wielu zmiennych jednocześnie. Parametry statystyczne uzyskanych wyników częściowo są dobre, a częściowo wskazują na konieczność redefinicji mapy np. w oparciu o dokładniejsze, czy uzupełnione dane, czemu będą poświęcone dalsza praca badawcza. Koncepcja zastosowania HR i FCM została zwalidowana i potwierdzona, chodź wymaga dopracowania poprzez dokładniejsze powiązanie wartości HR z mechanizmami powstawania błędów oraz dostrojenie mapy kognitywnej.

Walkowiak D Sławińska M., (2020), [Koncepcja doskonalenia ergonomiczności warunków funkcjonowania człowieka z wykorzystaniem Internetu Rzeczy (IoR) – studium przypadku,](https://sin.put.poznan.pl/publications/details/i35033)[w:] Społeczne aspekty marketingu i cyfryzacji – wybrane zagadnienia, (red.) Joanna Jędrzejewska, Kamila Talarek - Lublin, Polska : Wydawnictwo Naukowe TYGIEL, s.  243-254.

1. Wstęp

Skuteczność zadań wykonywanych przez człowieka jest zdeterminowana wieloma czynnikami. Do grupy tych, które bezpośrednio wiążą się z ich przebiegiem zaliczmy tzw. czynniki ergonomiczne, czyli cz. materialnego środowiska, cz. techniczno-organizacyjne oraz cz. psychospołeczne. Niespełnienie wymagań w odniesieniu do ich wartości lub wytycznych powoduje nadmiernego zmęczenia człowieka, które jest najczęstszą przyczyną zawodności bezpieczeństwa.

Słownik języka polskiego definiuje bezpieczeństwo i higienę pracy jako „przepisy regulujące warunki pracy w zakładach pracy” [1]. PN-N-18001:2004 definiuje bezpieczeństwo i higienę pracy jako „stan warunków i organizacji pracy oraz zachowań pracowników zapewniający wymagany poziom ochrony zdrowia i życia przed zagrożeniami występującymi w środowisku pracy” [2]. Zapewnienie odpowiednich warunków oraz organizacji pracy należy do pracodawcy. Przedszkole jest specyficznym miejscem, gdzie kumulują się wymagania narzucone przez przepisy prawne oraz standardy dotyczące ergonomii środowiska dzieci. Przyjmuje się, że organizacja otoczenia dziecka powinna sprzyjać zdrowiu i zapewniać bezpieczeństwo. Niestety, warunki te nie w pełni odpowiadają potrzebom nauczycieli. Prowadzone obserwacje w przedszkolach oraz analiza wypadków skłaniają do szukania zoptymalizowanych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, aby połączyć bezpieczeństwo i dobry rozwój dzieci z małym prawdopodobieństwem wystąpienia chorób zawodowych lub wypalenia zawodowego u nauczycieli.

Tabela.2. Chronometraż dnia pracy nauczyciela

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Pozycja ciała | Czas, min. | % czasu | Kod położenia modułów ciała/kategoria |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | stanie | 54 | 14 | 1121/**1** |
| 2 | chodzenie | 11 | 3 | 1171/**1** |
| 3 | pochylanie się | 168 | 44 | 4141/**4** |
| 4 | siedzenie z nogami podwiniętymi | 147 | 39 | 4111/**2** |

Źródło: Opracowanie własne

Otrzymanie kategorii 4 w metodzie OWAS świadczy, że pozycja lub pozycje przyjmowane podczas pracy mają bardzo negatywny wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy, i że obciążenie jest bardzo duże, a zmiany w miejscu pracy należy przeprowadzić natychmiast. Otrzymanie kategorii 2 świadczy, że pozycja lub pozycje przyjmowane podczas pracy mogą mieć negatywny wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy, obciążenie jest prawie akceptowalne i nie ma potrzeby dokonywania natychmiastowych zmian w miejscu pracy, ale należy wziąć pod uwagę konieczność przeprowadzenia modyfikacji ergonomicznej w bliskiej przyszłości.

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9 | --[[  %% properties  536 lastBreached  %% events  %% globals  --]]  fibaro: getValue(536, “lastBreached” |

Rysunek 4. Zastosowanie Lua jako przykładu programowania dla systemu inteligentnego domu FIBARO [15] dla scenariusza S3, źródło: opracowanie własne, fragment.

Uzyskane wyniki odczuwanego obciążenia dla przyjętych 6 skal, dla metody pracy nauczyciela w placówce oświatowej na poziomie edukacji przedszkolnej podano w tab. 4, w kolumnach 6 i 7.

Tabela 4. Całkowitego obciążenia zadaniowego

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Skala | Ważność | | Ocena | | Współczynnik ważności skali | |
| Przed | Po | Przed | Po | Przed | Po |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| Obciążenie umysłowe | 2 | 3 | 85 | 40 | 11,33 | 8 |
| Obciążenie fizyczne | 1 | 3 | 75 | 25 | 5 | 5 |
| Presja czasu | 3 | 0 | 80 | 20 | 16 | 0 |
| Wydolność | 5 | 3 | 90 | 30 | 30 | 6 |
| Wysiłek | 2 | 2 | 75 | 20 | 10 | 2,66 |
| Frustracja | 2 | 4 | 95 | 10 | 12,66 | 2,66 |
| Ogólne obciążenie zadaniowe 𝝨 = | | | | | 84,99 | 24,32 |

Źródło: Opracowanie własne

1. Podsumowanie

Na etapie opracowywania wniosków w zakresie planowania działań doskonalących zaproponowano systemowe podejście do automatycznej modyfikacji organizacji pracy nauczyciela z wykorzystaniem IoR. Zbadano możliwości monitorowania czasu ekspozycji utrzymywanej pozycji ciała, którą przyjmuje nauczyciel podczas pracy z dziećmi i w aktywny sposób, w czasie rzeczywistym zaproponowano wykorzystanie współczesnych technologii w oparciu o Internet Rzeczy. Dzięki temu wskazano na korzyści obniżenia obciążeń posturalnych oraz stresu wynikającego z poczucia zawodności bezpieczeństwa.

Prowadzone badania wskazały na szerokie korzyści z inwestycji w projektowanie i popularyzowanie struktur dla inteligentnej przestrzeni pracy nauczyciela z dziećmi w wieku przedszkolnym. Dodatkowo, zgromadzono informacje, które mogą stanowić podstawę do utworzenia kolejnych scenariuszy funkcjonowania dzieci, nauczycieli oraz pozostałych pracowników placówki oświatowej w inteligentnym budynku. Analiza tych danych i ich przetworzenie pozwoli na rozbudowę algorytmów sterowania, gdzie zostaną uwzględnione kolejne informacje, takie jak :

- liczba dzieci po rekonwalescencji, dla których zaplanowane są odpowiednie formy zajęć,

- wyniki pomiarów wydatku energetycznego na podstawie wskaźników biometrycznych,

- oceny skuteczności innowacyjnych form zajęć ze względu na pozytywne sterowanie uwagą dzieci.

Wartością dodaną algorytmów modyfikacji organizacji pracy nauczyciela, które opracowano na podstawie monitorowania czynników ergonomicznych jest kreatywne podejście do sposobu zajmowania się dziećmi zarówno w sferze zapewnienia bezpieczeństwa, ale przede wszystkim w sferze ich kształcenia i rozwoju.

Janura W., Sławińska M., (2020), [Metoda doskonalenia bezpieczeństwa warunków funkcjonowania osób z niepełnosprawnością ruchową z wykorzystaniem technologii bezprzewodowej,](https://sin.put.poznan.pl/publications/details/i35036)[w:] Rozwiązania i optymalizacje techniczne jako przedmiot badań naukowych, (red.) Kamila Talarek, Kamil Maciąg - Lublin, Polska : Wydawnictwo Naukowe TYGIEL, s. 218-228.

1. Wprowadzenie

Na co dzień osoby z niepełnosprawnością borykają się z problemami nie tylko związanymi z samą chorobą, ale także ze sprawnym przemieszczaniem się, skutecznym wykonywaniem czynności codziennego życia, a przede wszystkim z procesem rehabilitacji. W celu wprowadzenia udogodnień osobom z niepełnosprawnością wprowadzono w życie szereg dokumentów prawnych, które nakazują przystosowywanie obiektów oraz ciągów komunikacyjnych do ich potrzeb. Największe zmiany na przestrzeni ostatnich kilku dziesięciu lat możemy zaobserwować w dokumentach głównie o zasięgu światowym, a są to ustawy, dyrektywy, normy itp..

Współcześni architekci podczas projektowania infrastruktury liniowej i punktowej duży nacisk kładą na kwestie bezpieczeństwa i ergonomiczności zarówno w rozwiązaniach technicznych, jak i w obszarze popularyzacji wiedzy tematycznej. Projektanci korzystają najczęściej z normy ISO 21542: 2011 [1], która przedstawia część wymagań, jakie powinny spełniać obiekty użytkowane przez osoby z niepełnosprawnością różnego typu. Rodzaje niepełnosprawności można podzielić na niepełnosprawność ruchową, intelektualną, narządu wzroku i głuchoślepoty, słuchu i mowy oraz choroby neurologiczne, układu oddechowego i krążenia, układu moczowo-płciowego, genetyczne, psychiczne oraz schorzenia metaboliczne [2]

Celem artykułu jest przedstawienie metody doskonalenia bezpieczeństwa funkcjonowania osób z niepełnosprawnością ruchową, dzięki której uzyskano integrację indywidualnych danych osobowych z bazą wymagań systemowych powiązanych z eksploatację obiektów architektonicznych. Została ona oparta na strukturze analizy systemowej.

[…]

Podstawą do indywidualnego podejścia w tworzeniu bezpiecznego otoczenia dla osoby z niepełnosprawnością jest płaszczyzna analizy systemowej (rysunek 8, [12]). Jest to środowisko integracji danych w przekroju:

* problem - trudność indywidualnej osoby,
* teza- koncepcja doskonalenia bezpieczeństwa,
* parametry dostępnych zasobów - charakterystyka elementów środowiska przestrzennego, zasoby środowiska informatycznego oraz algorytmu spersonalizowanych systemów zarządzania automatyką budynku,
* mapa punktów problemowych - indywidualne, osobnicze testy weryfikujące poziom sprawności użytkownika elementów architektonicznych w ciągu komunikacyjnym,
* dane statystyczne
* algorytmy samouczące się – przetwarzanie danych statystycznych na podstawie indywidualnych reguł wnioskowania.

Zaproponowana metoda doskonalenia bezpieczeństwa warunków funkcjonowania osób z niepełnosprawnościami w tworzy warunki, w których z pomocą technologii bezprzewodowej powstają możliwości zmieny pewnych parametrów środowiska na podstawie analizy zachowań użytkowników. Jeżeli dodatkowe te zachowania są interpretowane pod kątem efektów programów rehabilitacji, to można uzyskać wartość dodaną w postaci oceny aspektów zdrowia.

2. Statystyki (ryzyko, skutki)

Rysunek 8. Struktura analizy systemowej. Opracowanie własne

1. Podsumowanie i wnioski

Proponowana przez autorów metoda doskonalenia bezpieczeństwa warunków funkcjonowania osób z niepełnosprawnością ruchową z wykorzystaniem technologii bezprzewodowej jest systemowym wsparciem dla poszczególnego użytkownika obiektów dedykowanym osobom z niepełnosprawnościami. Wykorzystanie współczesnych rozwiązań technicznych w z zakresu spersonalizowanej automatyki budynkowej może dostarczyć innowacyjnych projektów, które umożliwią monitorowanie ewaluacji jednostkowych potrzeb.

Odmienne rozwiązania techniczne mogą wspomagać osoby niewidome poruszające się z psem przewodnikiem lub z laską, które powinny mieć określoną, dostosowaną do indywidualnych potrzeb bezpieczną strefę. Trzeba zauważyć, że niezbędne a przecież możliwe jest odpowiednie przekazywanie informacji o  układach komunikacyjnych, które powinny być projektowane w sposób czytelny- zrozumiały dla każdej grupy ludzi. Konieczne staje się właściwe przekazywanie informacji na temat drogi na zewnątrz obiektów jak i wewnątrz, która powinna być w łatwy sposób połączona. Dostosowana do osobistych potrzeb sygnalizacja np. o występujących progach i innych przeszkodach, które mogą utrudniać wejście lub wyjście z danego obiektu. Architektura liniowa znajdująca się w obiektach powinna być wspólna dla wszystkich osób przemieszczających się, ale może być indywidualnie interpretowana [14]. Użytkownicy powinny pokonywać jak najkrótszą drogę w celu dotarcia do danego punktu pokonując dystans w warunkach odpowiednich dla poszczególnej osoby . W przypadku występowania małej architektury przy ciągach komunikacyjnych wymagane jest sygnalizowanie punktów kontrolnych zwracających uwagę na obrysy foteli, krzeseł lub stolików, aby nie utrudniały one przemieszczania się i nie zmniejszały szerokości dróg komunikacyjnych wpływając równocześnie na poziom bezpieczeństwa.

Technologie bezprzewodowe, obecnie już bezpieczne i niezawodne, umożliwiają realizację wielu zadań, które przy użyciu tradycyjnych technologii transmisji przewodowej były nieefektywne lub nie zapewniały bezpieczeństwa. Na szczególną uwagę w tym aspekcie zasługuje kwestia rozbudowywania sieci samoorganizujących się [15], Auto-projektowanie, dzięki czemu nowe urządzenia automatycznie dołączają się do istniejącej sieci, przesyłając dane bezpośrednio do innych zainstalowanych w pobliżu urządzeń.

Uwagi ogólne

Autorzy wskazują na szereg innowacyjnych rozwiązań w zakresie doskonalenia bezpieczeństwa warunków funkcjonowania osób z niepełnosprawnością ruchową z wykorzystaniem technologii bezprzewodowej. Rekomendują racjonalizację elastycznych rozwiązań technicznych w zakresie indywidualnego spełnienia wymagań dotyczących dojść, drzwi, wejść i przejść, udostępnienia wymaganej przestrzeni i wyposażenia użytkowanego przez osoby niepełnosprawne lub miejsc postojowych a także Wymagania Bezpieczeństwa i Higiena Pracy oraz Ochrony Przeciwpożarowej itd.

Ponieważ systemy zarządzania budynkami, popularnie nazywane BMS są coraz częściej wykorzystywane zarówno w obiektach komercyjnych takich, jak centra handlowe, hale przemysłowe, budynki mieszkalne dlatego, w podsumowaniu prezentowanej metody wdrażanie elementów automatyki budynku uważane jest jako bieżąca potrzeba tworzenia ogromnych możliwości, jeśli chodzi o podniesienie komfortu i bezpieczeństwa osób z niepełnosprawnościami w aspekcie ich indywidualnych możliwości i potrzeb.

Sławińska M., Szmidt A., (2020), Użyteczność map OSM w kontekście ewakuacji Centrum Wykładowego Politechniki Poznańskiej. Perspektywa ewakuowanych, [w:] Rozwiązania i optymalizacje techniczne jako przedmiot badań naukowych, (red.0 Kamila Talarek, Kamil Maciąg - Lublin, Polska : Wydawnictwo Naukowe TYGIEL, s. 173-183.

Wstęp

Szybki rozwój systemów interaktywnych sprawia, że znajdują one zastosowanie niemal we wszystkich obszarach funkcjonowania człowieka. Wspomagają jego działania zarówno w obszarze zawodowym, jak i w życiu codziennym, przez co wpływają na jakość naszego życia, w tym również na nasze bezpieczeństwo. Z tego względu, badanie użyteczności produktów informatycznych nabiera dużego znaczenia. Międzynarodowa norma ISO 9241-11 definiuje użyteczność na podstawie następujących charakterystyk: skuteczności, efektywności i satysfakcji. Pierwsza - mówiąca w jakim stopniu produkt realizuje założone cele w danym kontekście użycia, druga – oceniająca relacje między uzyskanymi wynikami a nakładami poniesionymi dla ich uzyskania oraz trzecia – mówiąca o stopniu zadowolenia odczuwanego przez użytkownika w wyniku wykorzystania produktu podczas wykonywania planowanego zadania.

Przedmiotem badań, w przedstawionym powyżej aspekcie, jest wirtualny wielowarstwowy plan kondygnacji budynku Centrum Wykładowego Politechniki Poznańskiej (CWPP) w systemie OSM wykonanym przez Autora niniejszej publikacji w ramach pracy inżynierskiej na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

Zatem, celem niniejszego artykułu jest prezentacja badań oceny użyteczności systemu informacyjnego w formie OSM, który został zaprojektowany ze względu na potrzebę doskonalenia bezpieczeństwa użytkowników CWPP.

[..]

1. Charakterystyka map jako produktu informatycznego

Współcześnie wykorzystujemy w naszej nawigacji różne urządzenia, wśród których, do roku 2019, przeważają takie, które określają swoje położenie przy pomocy: GPS (ang. Global Positioning System), sieci komórkowej, Wi-Fi, Bluetooth, Ultra wideband, RFID (ang. Radio-frequency identification) oraz inteligentnego monitoringu. Wszystkie Rozwiązania poza ultra wideband, RFID i inteligentnym monitoringiem ustalają pozycje urządzenia lokalizowanego przy pomocy analizy czasów dotarcia sygnałów z urządzeń nadających.

Mapy stosujemy jako graficzne przedstawienie określonej powierzchni we właściwej skali, korzystając z ustalonych znaków (kropek, linii, powierzchni i innych symboli). Można wyróżnić wiele rodzajów map: mapy drogowe, górnicze, lotnicze etc. Każda z nich określa nam nasze otoczenie ze stosownym dla nas zakresem informacji. Ale również, mapa daje nam możliwość zapoznania się z miejscem, w którym nigdy wcześniej nie byliśmy. Dzięki temu, możemy w łatwy sposób określić nasze otoczenie oraz drogę z punktu A do punktu B. Co więcej, należy zwrócić uwagę na istnienie ogólnoświatowych map drogowych. Dzięki nim, na jednej platformie mamy dostęp do map całego świata. Nie jesteśmy ograniczeni do mapy jednego miasta czy też regionu.

[…]

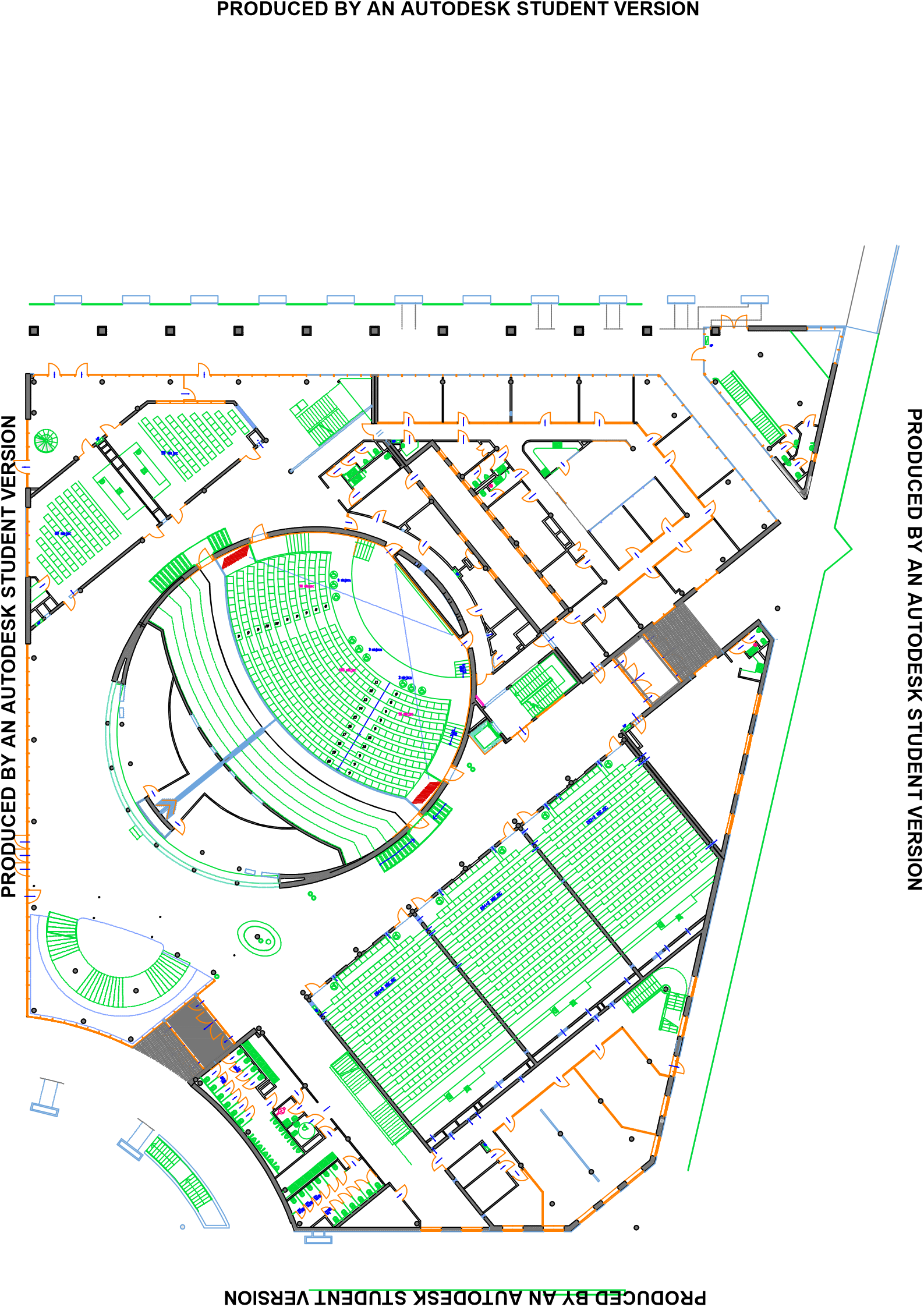
**Etap 1: Proces tworzenia mapy.**

Tworzenie wielowarstwowego planu kondygnacji budynku jest procesem rozbudowanym składającym się z wielu etapów. Przy podjętym sposobie niezbędnym było posiadanie planu budynku, jest on stosowany bowiem jako warstwa podstawowa na potrzeby tworzenia mapy. Następnie korzystając z odpowiednich programów, dane wejściowe zostały przekształcone do właściwego formatu, stając się użytecznymi w ostatnim programie. Na koniec w programie JOSM zostały one implementowane w systemie OSM (Rys. 4.1).

Rysunek 4.1 Uproszczony schemat procesu tworzenia mapy  
Źródło: opracowanie własne

**Etap 2: selekcja danych z planów budynku.**

Na potrzeby sporządzenia wielowarstwowej mapy wnętrza budynku wyselekcjonowane zostały odpowiednie warstwy do ekstrakcji z uzyskanych planów centrum wykładowego.



Rysunek 4.2 Wybrane warstwy dla parteru[[1]](#footnote-1)  
Źródło: Opracowanie własne na podstawie uzyskanego planu centrum wykładowego

<https://openlevelup.net/?l=0#18/52.40379/16.95045>

<https://openlevelup.net/?l=0#20/52.40417/16.94971>

1. Podsumowanie i wnioski

Mapy tworzone w otwartym dostępie prze losowego autora są produktami, które mają narzucone formalne ograniczenia, opisane w dokumentacji, ale ze względu na ogólny dostęp, czasami niejednoznaczną dokumentację oraz bardzo rozbudowany charakter wprowadzanych danych, co może stać się przyczyną, że dochodzi do powstawania błędów np. w aspekcie projektów elementów graficznych i ich podstawowych atrybutów. Konsekwencją powyższego jest ryzyko, że w sytuacjach mogą one nie spełniać wyższych wymagań dla produktów, z których korzystamy w sytuacji stresowej. Indywidualny projektant środowiska informacyjnego skupia się przede wszystkim na złożonym procesie tworzenia (pkt. 4.2.1) oraz chęci implementowania możliwie wielu informacji, a aspekt oceny użyteczności jest często pomijany.

Autorzy wskazali, że rozwinięcie ogólnego schematu procesu tworzenia map (rys. 4.1) o etap oceny użyteczności produktu informatycznego może znacznie wpłynąć na jakość efektu końcowego. Jeżeli jest to realizowane przez projektanta mapy, to wówczas uzyskuje się korzystną informację zwrotną i warunki, aby również niedoświadczony projektant dążył do profesjonalnych wyników.

W procesie badawczym zostały zidentyfikowane relacje pomiędzy funkcjonalnymi cechami graficznych elementów, które wykorzystano na planie mapy oraz znaczenie zasad ich organizacji. Uporządkowano również wg ważności kryteria użyteczności produktu interaktywnego. W końcowej fazie uzyskano wnioski dotyczące funkcjonalnych cech, które decydują o wysokiej ocenie użytkowników map i pozytywne opinie o możliwości dostępu do prezentowanego produktu informatycznego.

W podsumowaniu stwierdzono, że wykorzystywany dostęp do map w OSM przez użytkowników Centrum Wykładowego PP jest oceniane jako bardzo pożądane, co w konsekwencji może wpływać pozytywnie na obniżenie stresu w sytuacji poczucia zagrożenia bezpieczeństwa.

Sławińska M., (2020), [The method of ergonomic design of technological devices](https://sin.put.poznan.pl/publications/details/i24676) [in:] Advances in manufacturing, production management and process control : Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing and the AHFE International Conference on Advanced Production Management and Process Control, July 24-28, Washington D.C., USA, (red.) Waldemar Karwowski, Stefan Trzcieliński, Beata Mrugalska - Cham, Switzerland: Springer, p. 330-346.

Streszczenie

Urządzenie technologiczne (TD) to obiekt ułatwiający wykonanie danego procesu; często tworzą zestaw połączonych ze sobą części, które łączą się w operacyjną całość; wykorzystywane do określonego celu, takiego jak konwersja energii, praca mechaniczna, przetwarzanie informacji; i ma określoną strukturę w zależności od zadanych parametrów pracy i jej przeznaczenia.

Celem proponowanej metody jest usprawnienie procesu projektowania sposobu obsługi urządzeń technologicznych z punktu widzenia zmęczenia operatora. Metoda ta jest narzędziem, które pomoże inżynierowi zaprojektować ergonomiczne warunki pracy TD i bezpieczniejsze miejsce pracy. Kierunek modyfikacji ergonomicznej procesów pracy TD jest określony przez te czynniki ergonomiczne, dla których podczas diagnozy ergonomicznej zidentyfikowano odpowiednie relacje systemowe w łańcuchu działania. Istotą proponowanej metody projektowania jest procesowa integracja zasobów systemu pracy.

**Abstract**

A technological device (**TD**) is an object that facilitates the execution of a given process; often formed by a set of interconnected parts that combine to make an operational whole; used for a specified purpose, such as energy conversion, mechanical work, information processing; and has a specified structure depending on the given work parameters and its assigned purpose.

The aim of the proposed method is to improve the design process of the way technological devices are operated from the point of view of operator fatigue. This method is a tool that will help the engineer design ergonomic conditions for TD operation and a safer workplace. The direction of ergonomic modification of TD operation processes is determined by those ergonomic factors for which relevant system relations were identified in the chain of operation during ergonomic diagnosis. The essence of the proposed design method is the process integration of work system resources.

Sławińska M. Więcek-Janka E., (2018), *Improvement of Interactive Products Based on an Algorithm Minimizing Information Gap*, Advances in Social & Occupational Ergonomics, Editors: Richard H.M. Goossens, Part of the [Advances in Intelligent Systems and Computing](https://link.springer.com/bookseries/11156) book series (AISC, volume 605), Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Social & Occupational Ergonomics, July 17-21, 2017, DOI: 10.1007/978-3-319-60828-0.

Streszczenie – W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki badań naukowych związanych z poprawą warunków interakcji użytkownika produktów interaktywnych. Efektywność wykorzystania tych produktów pozostaje w ścisłej korelacji ze sprawnym wykonywaniem procesów decyzyjnych. Dostępne zasoby informacyjne pomagają użytkownikowi w efektywnym korzystaniu z urządzeń elektronicznych tylko wtedy, gdy jednocześnie projektowane są mechanizmy dostosowania informacji do rzeczywistych potrzeb i możliwości uczenia się indywidualnego użytkownika w środowisku informacyjnym. Ta wielowymiarowa przestrzeń, w której zachodzą procesy poznawcze związane z przetwarzaniem i przekazywaniem informacji, charakteryzuje się obecnie nadmierną ilością informacji, zwaną także szumem informacyjnym. Jednak w korzystaniu z produktów interaktywnych jest to przyczyną powszechnie występującego zjawiska tzw. luki informacyjnej, czyli różnicy pomiędzy istotnymi informacjami a zbiorem informacji dostępnych w systemie. Efektem projektowania produktów interaktywnych mających na celu wyeliminowanie tej rozbieżności jest to, że użytkownik osiąga cele z satysfakcją, w krótszym czasie i bez poczucia frustracji i niepokoju, które w przeciwnym razie powstałyby w wyniku dysonansu emocjonalnego i poznawczego.

**Abstract** – Presented paper features the results of scientific research associated with the improvement of interaction conditions of interactive products user. Efficiency of use of these products stays in close correlation with efficient performing of decision making processes. Available information resources assist the user in the effective use of electronic devices only when at the same time mechanisms of adaptation of information to the real needs and learning capabilities of the individual user in the information environment are being designed. This multi-dimensional space in which cognitive processes are carried out in regard to processing and transferring information, is nowadays characterized by excessive amount of information also called an information noise. However, in the use of interactive products it is the cause of commonly occurring phenomenon of so called information gap, that is the difference between relevant information and the collection of the information available in the system. The result of designing interactive products targeted at eliminating this discrepancy is that the user achieves goals with satisfaction, in less time and without the feeling frustration and anxiety that would otherwise occur as a result of emotional and cognitive dissonance.

A large number of these requirements force the designers of interactive products to find in the course of numerous experiments, the significance of some of the requirements against the others [5]. In the course of these experiments, based on user’s subjective assessment, relationships between measures in the information environment of decision-making processes are defined. Results of research regarding the improvement of conditions of perceiving information, understanding information and regarding the assessment of information usefulness during interaction are presented in Table I.

TABLE I.

SUMMARY RESULTS OF RESEARCH ON EFFICIENCY OF ERGONOMIC DESIGN OF OPERATOR WORK METHOD INTERFACE , source [5].

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Information means** | **Characteristic of work processes** | **Assessment criteria of method of using interactive product** | | |
| Perception  [relative response time] | Understanding  [adequacy of choice - in two categories, in the unit of time] | Assigning appropriate category of importance  [aptness on a scale 1 to 5] |
| effects  of shifting attention by breaking the rules | A. sewage treatment technology operator | Improved by 30% | correct | correct |
| B. executive team operator | Improved by 5% | correct | overstated |
| C. executive devices operator | Improved by 2% | correct | correct |
| **D.** Safety conditions monitoring system operator | Improved by 21% | correct | correct |
| Eliminating words, which are not emotionally neutral | **A**  ditto | Improved by 5% | correct | overstated |
| **B** ditto | Improved by 7% | Incorrect | overstated |
| **C** ditto | Improved by 3% | correct | correct |
| **D** ditto | Improved by 12% | correct | overstated |
| reducing the number of sources of information | A ditto | Improved by 24% | correct | correct |
| B ditto | Improved by 2% | correct | correct |
| C ditto | Improved by 2% | Incorrect | correct |
| D ditto | Improved by 3% | correct | correct |

# ALGORITHM OF MINIMIZATION OF INFORMATION GAP

Initially starting from the standard approach to the design of interactive products of high usability according to ISO 13407 norm, in many design projects the ability to improve the efficiency of research by restricting their scope to specific cognitive processes has been observed. In this area the activities of users of interactive products associated with decision-making were accepted as representative, in relation to which the validation of interface was prepared and carried out with positive results. A method of improvement of interaction requires 9 stages as shown in Figure 3.

Stage 1. Preliminary analysis of historical data. Relationships in the user’s environment in case of performance failure are recognized. Availability of this type of data enables identifying distractors and initially defining the sources of information gap. It is when the diagram of information flow is designed for the system human - interactive device – information environment.

Stage 2. It is required to document the cases of using a taxonomy characterizing the action for cognitive processes. A description of user's tasks is created and the knowledge about improper behavior of the user is supplemented.

Stage 3. Information means supporting user’s decision making tasks are designed. The objective for the design is to include an optional solution for each individual task.

Stage 4. Planning training and exercises, during which the use of interactive product is forced in the situation of stress and lack of time. The assessment of effectiveness of feedback is required.

Stage 5. Documenting the effectiveness evaluation of user’s tasks in difficult situations. A simulation of the information means used in executive actions of decision-making tasks under stress and lack of time.

Stage 6. Recording reaction times.

Stage 7. Identification of distractors.

Stage 8. Selection of information means facilitating the decision making during interaction.

Stage 9. Describing the design solutions supporting user during interaction. The design is being enriched with innovative solution. The implementation of the project module is being implemented, which allows the user to actively participate in the creation of interactive products in the re-validation stage. The effectiveness of user’s tasks in situation modeled personally by the user is compared.

Experience in regard to information means optimizing the work of interactive products’ users during decision making activities are related to the following four areas of research:

* reducing the load on visual system with regard to seeing objects,
* guaranteeing maximally accurate reception of information provided by the indicating device,
* facilitating the including of information appearing "at the input" of the subjective sphere (a human creating a subjective model of activities),more
* ensuring human’s ability to keep all necessary information in the so called operating memory,



Fig. 3 . Algorithm of minimization of information gap

IV. CONCLUSION

Ergonomic approach in minimization algorithm of information gaps in interactive products fulfills the postulate of individual adjustment of technique to user’s abilities. Using adequate information means generates the transmission of information in such portions that none of them will exceed the capacity of its reception, and all of them together guarantee necessary fullness to reflect the reality.

Designing interface with knowledge of human’s information processing processes, of cognitive processes which characterize executive actions of decision making processes influences directly the scope of information gap.

The suggested algorithm of minimization of information gaps provides knowledge about problem situation and situational context I which the processing of information of interactive product user occurs. Making use of the phenomenon of time deficit during critical test at the stage of design validation additionally provides data about conditions of fallibility of user’s activity efficiency and test the device for compliance with human's characteristic. If the human-interface system is to function effectively, it is necessary that information addressed to man is transferred to him or her in the most convenient form to be noticed, remembered and understood. Analyzing the model of information processing we can distinguish components activating the user. Therefore, the base of interactive product design is the conceptual model of user’s tasks along with specific activities of the cognitive system.

Interface of every interactive product integrates all elements of the system, between which the information exchange occurs. It constitutes a hub which filters the exponentially growing amount of data which are fed to the system, which provides resources for the user. The smaller the scope of information gap the better protected is the human in the context of information noise and the more favorable and the “mechanisms responsible for planning, decision making, discovering errors, reaction in new situations and refraining from habitual reactions," [7].

1. Ze względów bezpieczeństwa odpowiednie elementy zostały usunięte lub przedstawione niedokładnie [↑](#footnote-ref-1)