

ZASTOSOWANIE METODY CADMAN II W PROJEKTOWANIU STANOWISK PRACY

GARNIK Igor

Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii

Streszczenie: Opracowanie zawiera ogólną analizę problematyki projektowania stanowisk pracy oraz opis metody CADMAN II, mającej zastosowanie w tego rodzaju projektowaniu. Metoda wykorzystuje technikę wideo do wspomagania procesu projektowania z użyciem programów CAD, co pozwala przyspieszyć proces testowania prototypów stanowisk oraz umożliwia szybkie uaktualnianie dokumentacji projektowej.

1. WSTĘP

Mimo wzrastającego postępu technologicznego w dziedzinie automatyzacji procesów produkcyjnych, wiele stanowisk pracy – zwłaszcza w przemyśle – jest ciągle obsługiwanych bezpośrednio przez człowieka. To, w jaki sposób uwzględniono czynnik ludzki w organizacji stanowisk pracy może mieć kolosalne znaczenie dla kondycji przedsiębiorstwa.

Odczuwany komfort lub dyskomfort mają zasadniczy wpływ na zdrowie i samopoczucie pracownika a to z kolei na jego wydajność i efektywność. Dodatkowo – niedopasowanie przestrzennego środowiska pracy do pracownika, a więc zaistnienie warunków uciążliwych, jest często przyczyną powstawania chorób zawodowych. Pomijając aspekt czysto humanitarny, sytuacja taka staje się obciążeniem dla przedsiębiorstwa i całej gospodarki (zasiłki chorobowe, renty chorobowe, itp.).

Z tej przyczyny istotne znaczenie w procesie projektowania stanowiska pracy ma jego dopasowanie do cech antropometrycznych operatora.

2. ANALIZA PROBLEMATYKI

Obecnie podstawowym narzędziem projektowania stanowisk pracy jest oprogramowanie klasy CAD. Aby dopasowywać cechy przestrzenne stanowiska do właściwości fizycznych operatora, projektant posługuje się najczęściej normami ustanowionymi dla danego rodzaju stanowiska. W przypadku braku takich norm można stosować atlasy antropometryczne, mapy zasięgu lub fantomy płaskie. Natomiast w dalszym ciągu niedoskonałe są metody sprawdzania poprawności zaprojektowania przestrzeni stanowiska pracy.

Od paru lat daje się zauważyć szybki rozwój narzędzi opartych na technice komputerowej, które można podzielić na dwie klasy:

- oprogramowanie pokrewne programom CAD wykorzystujące cyfrowe modele człowieka – fantomy trójwymiarowe, (np. Anthropos [1], ManneQuin [2], czy też

Apolinex [3]); przeważnie programy te umożliwiają wymianę danych z programami CAD;

- symulatory – programy umożliwiające za pomocą specjalistycznego osprzętu (np. gogli, rękawiczek wyposażonych w czujniki czy też chodników) “poruszanie się” po obszarze cyfrowego modelu stanowiska umieszczonego w tzw. przestrzeni wirtualnej; przykładem takiego programu może być Store Designer Pro [4].

Niezależnie od zaawansowania technologii projektowych konieczna jest weryfikacja poprawności projektu w warunkach zbliżonych do naturalnych. Weryfikacji dokonuje się poprzez przeprowadzenie testów na prototypie stanowiska lub jego makiecie a polegających na wykonywaniu (lub symulowaniu) czynności charakterystycznych dla tego typu stanowiska pracy.

Wprawdzie próbuje się testować modele stanowisk wykorzystując symulację komputerową w przestrzeni wirtualnej, ale jest to dość kosztowne (zarówno oprogramowanie jak i akcesoria) i trudno jest zasymulować niektóre istotne czynniki występujące w obrębie rzeczywistego stanowiska (np. wrażenie dotyku w kontakcie z przedmiotami).

Z pozostałych metod weryfikacji poprawności projektu również testowanie prototypu stanowiska ma wiele wad ze względu na duży koszt budowy prototypu i trudności w przeprowadzaniu testów w warunkach laboratoryjnych, zwłaszcza gdy stanowisko pracy ma znaczne rozmiary.

Tych wad pozbawiona jest metoda polegająca na testowaniu makiety stanowiska w skali 1:1 (tzw. makietowanie).

Dla makietowania można sformułować następujące założenia:

- makietowanie powinno odbywać się na każdym etapie projektu, począwszy od powstania koncepcji stanowiska a skończywszy na prototypie;
- powinno dotyczyć zarówno stanowiska w całości jak i jego elementów;
- powinno odbywać się z udziałem ekspertów i użytkowników końcowych.

W wyniku testów makietka podlega zmianom a w konsekwencji zmieniana jest również dokumentacja projektowa.

Jedną z podstawowych niedogodności metody makietowania jest trudność w przełożeniu wyników wielokrotnych testów na zmiany które należy wykonać w projekcie: zmiany położenia elementów i ich trajektorii. Druga niedogodność polega na tym, że laboratorium powinno znajdować się w pobliżu projektanta by ten mógł w miarę szybko wprowadzać zmiany w projekcie i by uniknąć kosztów podróży.

Analizę tej problematyki podjęto w Zakładzie Ergonomii i Eksploatacji Systemów Technicznych WZiE Politechniki Gdańskiej. Przyjmując za punkt wyjścia zastosowanie makietowania do weryfikacji poprawności projektu pod względem zagospodarowania przestrzeni w obrębie stanowiska pracy, opracowano wstępnie metody CADMAN (bazującej na środowisku DOS) a następnie CADMAN II (środowisko MS Windows), dzięki którym możliwe jest wyeliminowanie wspomnianych wyżej niedogodności makietowania.

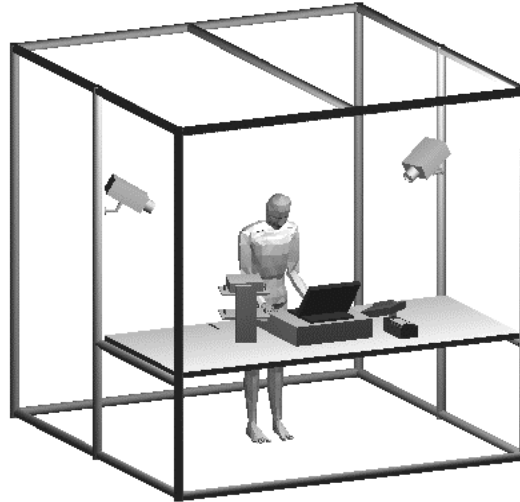
3. OPIS METODY CADMAN II.

Metoda CADMAN II jest modyfikacją makietowania polegającą na użyciu aparatury wideo do obserwacji i rejestracji stanowiska (lub jego makiety) w czasie fazy testowej

projektu, a następnie porównywaniu – przy użyciu komputera – obrazu wideo z projektem stanowiska wykonanego za pomocą programu klasy CAD.

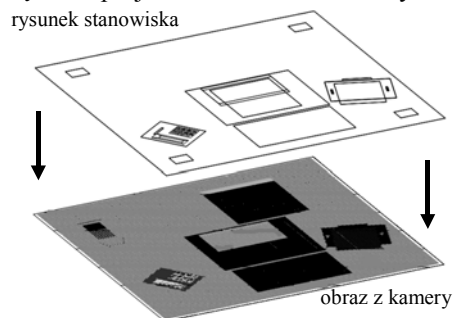
Dwie kamery umieszczone są na statywach w taki sposób by w całości obejmowały swoim polem widzenia testowany obszar makiety stanowiska. Zamocowanie kamer powinno umożliwiać określenie ich pozycji względem makiety a jednocześnie wykluczać możliwość przypadkowej zmiany położenia kamery. Można zastosować konstrukcję w postaci stelaża, na którym oprócz kamer instalowane są elementy makiety, jak na rys.1.

Rys.1. Makieta stanowiska pracy oraz stelaż z zainstalowanymi kamerami.



Projekt stanowiska powinien być wykonany za pomocą programu klasy CAD, który umożliwia wstawianie obrazów rastrowych do rysunku (np. AutoCAD R.14), w celu porównywania obrazu z kamery z projektem. Obrazy z kamer lub z magnetowidów przekazywane są do komputera i umieszczone jako tła dla dwóch rzutni perspektywicznych w rysunku projektowanego stanowiska. Rysunek zostaje nałożony na obraz rastrowy tak by aktualny rzut rysunku odpowiadał widokowi z kamery.

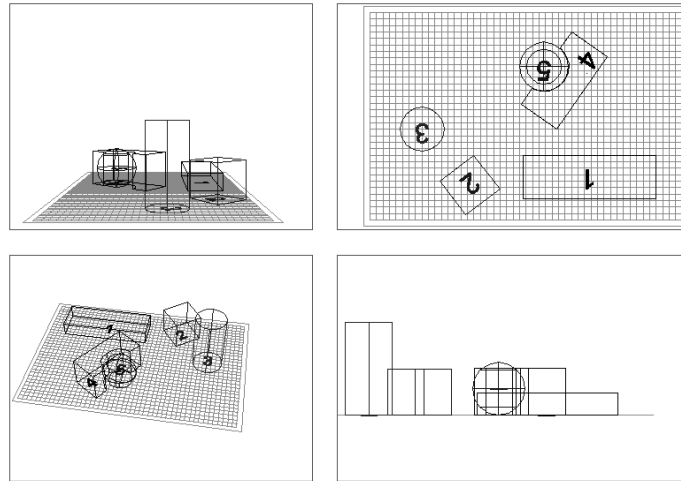
Rys.2. Porównywanie rysunku projektu z obrazem z kamery.



Dzięki temu jeżeli na makiecie zostaje zmienione położenie jakiegoś elementu, projektant może natychmiast dopasować położenie tego elementu na rysunku, tak by uzyskać zgodność obrazu rysunku z obrazem z kamery.

Zmiany w rysunku dokonywane są w rzutni najdogodniejszej dla projektanta (np. równoległej do płaszczyzny, w której przeprowadzane są zmiany). Skutek tych zmian widoczny jest na pozostałych rzutniach, również perspektywicznych. Poniższy rysunek stanowi przykład rozmieszczenia rzutni na ekranie komputera.

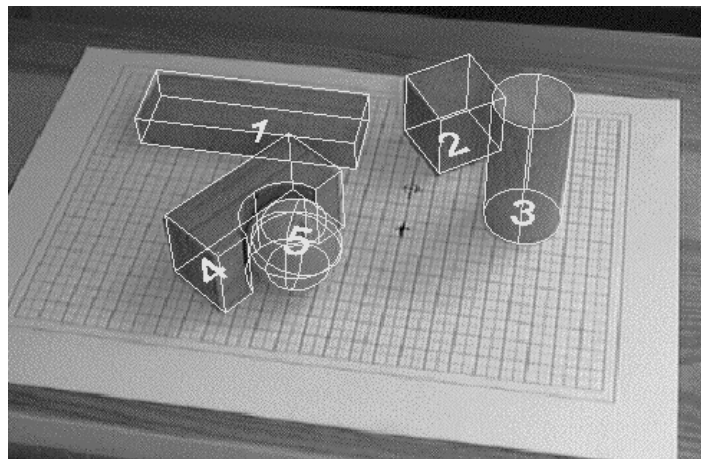
Rys.3. Przykład rozmieszczenia rzutni na ekranie komputera



Rzutnie po lewej stronie służą do porównywania obrazu z kamery z projektem, natomiast rzutnie po prawej – do dokonywania zmian.

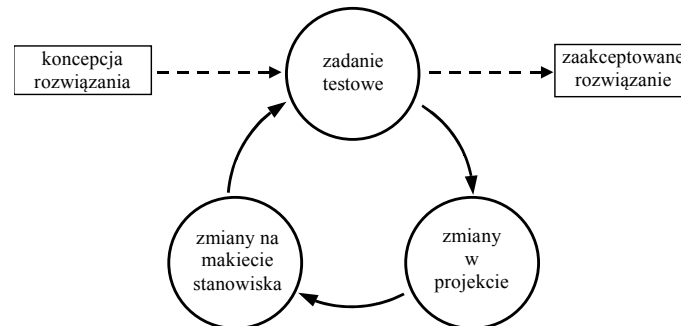
Kolejna ilustracja przedstawia widok dolnej lewej rzutni z poprzedniego rysunku (obiekty w postaci białych linii) z podłożonym pod nią obrazem z kamery.

Rys.4. Złożenie obrazu z kamery z rzutnią rysunku projektowego na przykładzie obiektów o różnych kształtach.



Proces testowania makiety stanowiska ma charakter cyklu składającego się z trzech faz, przedstawionych na rys.5.

Rys.5. Cykl testowania makiety stanowiska pracy



Każdy cykl rozpoczyna i kończy zadanie testowe. Osoby testujące wykonują na makiecie stanowiska szereg czynności dla niego charakterystycznych i na bieżąco wnoszą swoje uwagi, wskazując na niedogodności i usterki. Zadanie testowe rejestrowane jest przez kamery może być również zapisywane na taśmie magnetowidowej.

Zmiany w projekcie wprowadzane są na podstawie sugestii osób testujących jak i obserwacji zadania testowego – bezpośrednio w czasie jego wykonywania, bądź też na podstawie nagrań pochodzących z sesji testowej.

Analiza porównawcza projektów wykonanych na podstawie testów powinna doprowadzić do wyboru jednego lub kilku najlepszych rozwiązań w celu dalszych badań makietowych. Na tej podstawie modyfikuje się makietę.

Następnie cykl testowania rozpoczyna się na nowo i powtarzany jest tak długo dopóki uzyskane rezultaty nie zostaną uznane za zadowalające. Kryterium tego uznania stanowi opinia użytkowników, ekspertów i projektanta na temat przyjętego rozwiązania oraz sprawdzenie stabilności rozwiązania.

Dokładny opis procesu projektowania z użyciem metody CADMAN II został umieszczony w [5].

4. BUDOWA MAKIETY.

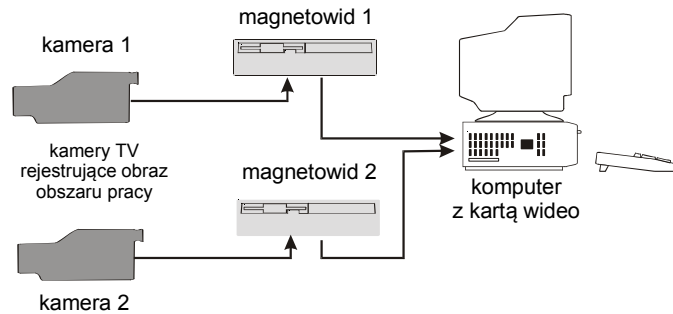
Makieta projektowanego stanowiska wykonywana jest w skali naturalnej na podstawie dokumentacji opracowanej w fazie wstępnej. Powinna ona jak najwierniej odzwierciedlać warunki występujące na rzeczywistym stanowisku. Dlatego jak najwięcej elementów makiety powinno pochodzić z wyposażenia rzeczywistego stanowiska.

W czasie pierwszych sesji testuje się rozwiązania ogólne stanowiska. Dlatego makieta może być bardzo uproszczona. W miarę zaawansowania prac projektowych, gdy ustala się coraz więcej szczegółów rozwiązania, również makieta staje się coraz bardziej dokładna.

5. APARATURA UŻYTA W METODZIE CADMAN II.

Zestaw aparatury proponowany do zastosowania w metodzie składa się z dwóch kamer video, dwóch magnetowidów standardu VHS (podłączonych niezależnie do każdej z kamer) oraz komputera wyposażonego w kartę video posiadającą przynajmniej dwa przełączane wejścia. Schemat połączeń przedstawiono na rys.6.

Rys.6. Sposób połączenia aparatury zastosowany w metodzie CADMAN II



6. ZASTOSOWANIA METODY CADMAN II

Metoda CADMAN II powinna znaleźć zastosowanie zarówno w projektowaniu nowych stanowisk pracy, w celu sprawdzenia nie stosowanych dotychczas rozwiązań, jak i przy przeprojektowywaniu istniejących stanowisk – w celu przystosowania ich do nowych potrzeb, np. gdy operatorem jest osoba niepełnosprawna.

Szczególnie przydatne może być stosowanie tej metody tam gdzie nie można zastosować rozwiązań typowych lub gdy takie po prostu nie istnieją. Na przykład gdy projektowane stanowisko jest jedynym takim egzemplarzem.

Współczesne środki łączności umożliwiają przesyłanie zarejestrowanych nagrań na dowolne odległości (np. poprzez Internet w postaci plików), dlatego projekt może być modyfikowany zdalnie, a zatem nie ma potrzeby by makieta znajdowała się w pobliżu biura projektowego.

Metodę CADMAN II można również stosować do badań prototypów stanowisk w miejscu ich przeznaczenia (np. w hali fabrycznej).

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Anthropos, oprogramowanie firmy TECMATH GmbH & Co. KG (<http://www.tecmath.com/html/english/index.html>), 2000.
- [2] ManneQuin Pro, ManneQuin OnSite, oprogramowanie firmy HumanCAD, Division of BCA Services Inc., 1997.
- [3] Grobelny J., *Możliwości systemu AutoCAD w projektowaniu ergonomicznym. Zarządzanie Zasobami Ludzkimi – Zagadnienia wybrane*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995.
- [4] Mast C. van der, Berg M. van den, *Prototyping of Supermarket Designs using Virtual Reality*, in: S. Pemberton (Ed) *Proceedings CHI97 Looking to the Future (extended Abstracts)*, ACM Press New York, 1997, pp. 321-322.
- [5] Garnik I., *Komputerowo wspomagane projektowanie ergonomicznych stanowisk pracy z wykorzystaniem technik wideo i oprogramowania CAD*, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, seria "Organizacja i Zarządzanie", zeszyt nr 27, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999, s.33-43.