

Návrh ergonomického pracoviště pomocí inovativních technologií

Filip Rybníkář ¹, Pavel Vránek ¹, Ilona Kačerová ¹, Michal Šimon ¹

¹ Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Univerzitní 8, 306 14, Plzeň, Česká republika

rybnikar@kp.v.zcu.cz

vranek@kp.v.zcu.cz

ikacerov@kp.v.zcu.cz

simon@kp.v.zcu.cz

Anotace: Článek se zabývá návrhem virtuálního pracoviště pomocí technologie Motion Capture. Tato technologie spočívá v zaznamenání pracovních poloh na pracovišti. Cílem návrhu ve virtuální realitě je verifikace vhodnosti pracoviště ve fázi vývoje dle bezpečnostních a ergonomických limitů. Za využití technologie MoCap a virtuální reality lze navržené pracoviště otestovat a následně optimalizovat pro zlepšení pracovních podmínek.

1 Úvod

Projekt spočívá v inovativním řešení návrhu pracovišť, optimalizaci pracovních činností a tvorbě pracovních instrukcí za využití digitalizace v souvislosti s konceptem průmyslu 4.0. Cílem je tvorba 3D modelu pracoviště, na němž je ověřeno dodržení ergonomických a bezpečnostních limitů dle české legislativy (NV 361/2007 Sb.).

Během výroby často dochází ke vzniku chyb a nedostatků, které se mohou projevit plýtváním ve výrobním procesu, zhoršenou kvalitou výrobků, ale také zdravotními problémy pracovníků. Jakékoliv zásahy do již existujícího pracoviště s sebou nesou vysoké náklady na změny. Zajištění vhodných ergonomických pracovních podmínek zajišťuje eliminaci rizik vzniku nemocí z povolání u pracovníků, ochraně zaměstnanců a s tím souvisejících nákladů.

Myšlenka projektu vznikla při studiu na Západočeské univerzitě v Plzni, Fakultě strojní a současně s prací na projektech pro průmyslové podniky. Vzhledem k tlaku vyvíjeného na podniky z hlediska ergonomických limitů bylo potřeba se v rámci projektů zaměřit na hledisko ergonomické. Práce na modelu pracoviště ve virtuální realitě značně uspoří náklady na pořízení stroje a jeho případné změny. Postup projektu je standardizovaný a je možné jej aplikovat opakovaně dle zákaznické poptávky.

2 Postup při návrhu

Na základě dat od zákazníka bude vytvořen model pracoviště ve virtuálním prostředí (platforma Unity). Poté bude proband oblečen do technologie Motion Capture. Vše je napojeno na výkonný výpočetní počítač. Po provedení simulace pomocí kinematického obleku dojde k otestování pracoviště dle stanovených ergonomických limitů. Následně proběhne zpracování a vyhodnocení dat. Poté dochází k optimalizaci kritických úseků procesu a aktualizaci standardů. Na obrázku 1 je znázorněno oblékání Motion Capture na probanda.



Obrázek 1 – příprava projektu

2.1 Měření pomocí kinematického obleku

Využitím technologie virtuální reality a tvorby virtuálního modelu pracoviště je možné provádět simulace reálných činností již ve fázi před skutečnou implementací do provozu. Inovativní přístup v tomto směru sleduje trend vyvolaný českou legislativou, která stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci. Jednou z podmínek je členění rizikových faktorů pracovních podmínek, jejich zjišťování a hodnocení fyzické zátěže ve vztahu k pracovním polohám. Toto hodnocení stanovuje kategorizaci prací, která definuje pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví pracovníka. [1]

Figurant provádějící reálné činnosti na modelu pracoviště je oblečen do kinematického obleku Motion Capture, jenž přenáší reálné pohyby do virtuálního prostředí. Oblek v reálném čase zaznamenává data o pohybu pracovníka. Tato data jsou následně přepočtena a vyhodnocena pomocí vytvořené aplikace respektující nastavené parametry dle legislativy ČR. Jedná se o vyhodnocení polohy krku, trupu a horních končetin při provedení pracovního úkolu. Pro detailnější vyhodnocení lze pohyby krku a trupu pracovníka rozdělit na flexi/extenzi, abdukci/addukci a rotaci. Pohyb pravého a

levého ramene lze obdobně rozdělit na flexi/extenzi a abdukci/addukci. Pomocí vytvořeného nástroje jsou měřené polohy zařazeny dle české legislativy do polohy přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné, přičemž limit pro práci v podmíněně přijatelné poloze je 160 minut za osmihodinovou směnu a 30 minut v nepřijatelné poloze. [2]

Vzhledem k velkému objemu zaznamenaných dat (až 120 snímků za vteřinu) je dosaženo vyšší přesnosti a objektivnosti měření oproti klasickým přístupům návrhu pracoviště (klasický goniometr). Aplikace vyhodnocující naměřená data poskytuje přehled o ergonomické vhodnosti řešení a poukazuje na nedostatky v rámci konstrukčního řešení pracoviště. Standardizace parametrů hodnocení pomocí aplikace eliminuje potřebu specialisty v ergonomii a díky tomu je dosaženo časových i finančních úspor.

2.2 Optimalizace modelu pracoviště ve VR

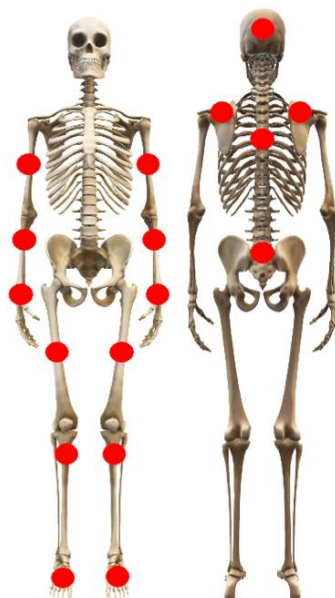
Model pracoviště ve virtuální realitě umožňuje testovat změny v konceptu pracoviště a upravovat jeho parametry pro dosažení zlepšení v oblasti ergonomie. Díky těmto možnostem je v rámci hodnocení možné vytipovat problémové oblasti procesu a operativně je optimalizovat v modelu pracoviště. Zároveň je předcházeno případným nákladům spojeným s dodatečnými úpravami na již existujícím pracovišti. [3]

Na model pracoviště ve virtuální realitě dále navazuje tvorba standardů pracoviště a pracovních činností. Zároveň je model možné využít pro zaškolení pracovníků při nástupu na danou pozici.

3 Průběh projektu

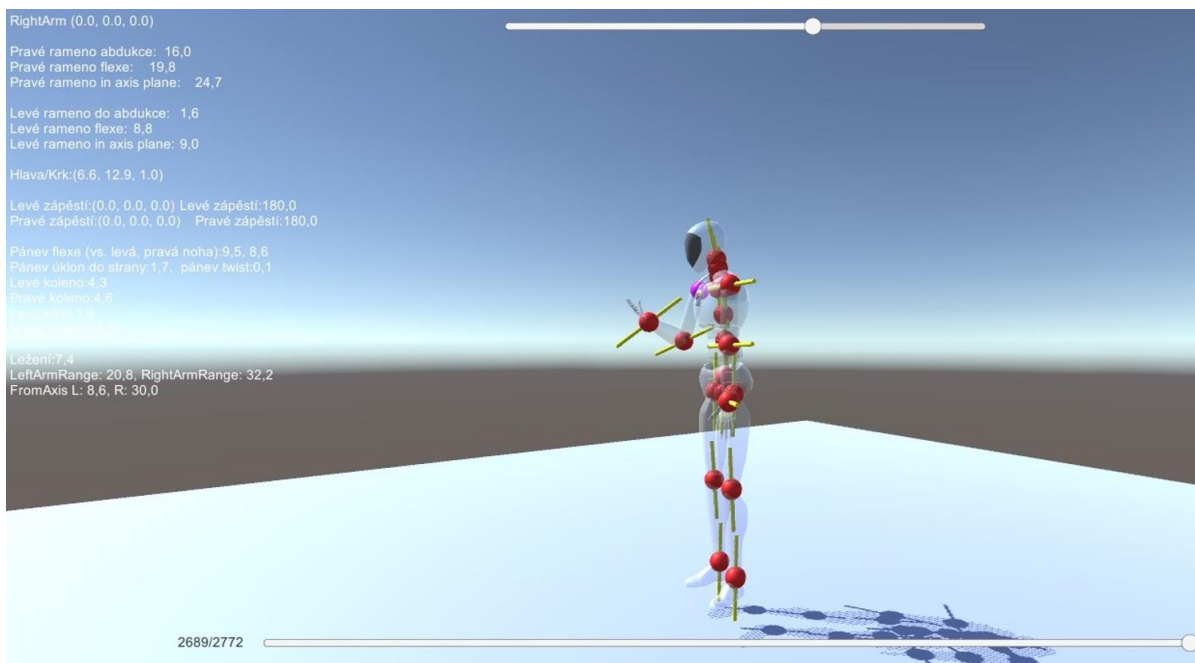
V rámci projektu nejprve proběhne analýza vstupních dat a dokumentace zákazníka. Pomocí těchto dat je vytvořen virtuální model pracoviště na platformě Unity. Model bude doplněn o standard pracoviště a pracovní postup. Poté je pracovník oblečen do kinematického obleku od společnosti Noitom, který je doplněn VR headsetem (HTC Vive Pro) pro simulaci skutečného pracoviště. Měření pomocí obleku je možné provést i na reálném pracovišti společnosti.

Oblek tvoří 17 senzorů, které se umístí na hlavu, trup, ruce a nohy probandu. Tyto senzory slouží ke snímání reálných pohybů člověka. Pohyby jsou v reálném čase převedeny na digitální model v počítači. Umístění senzorů je znázorněno na obrázku 2.



Obrázek 2 - Umístění senzorů na těle

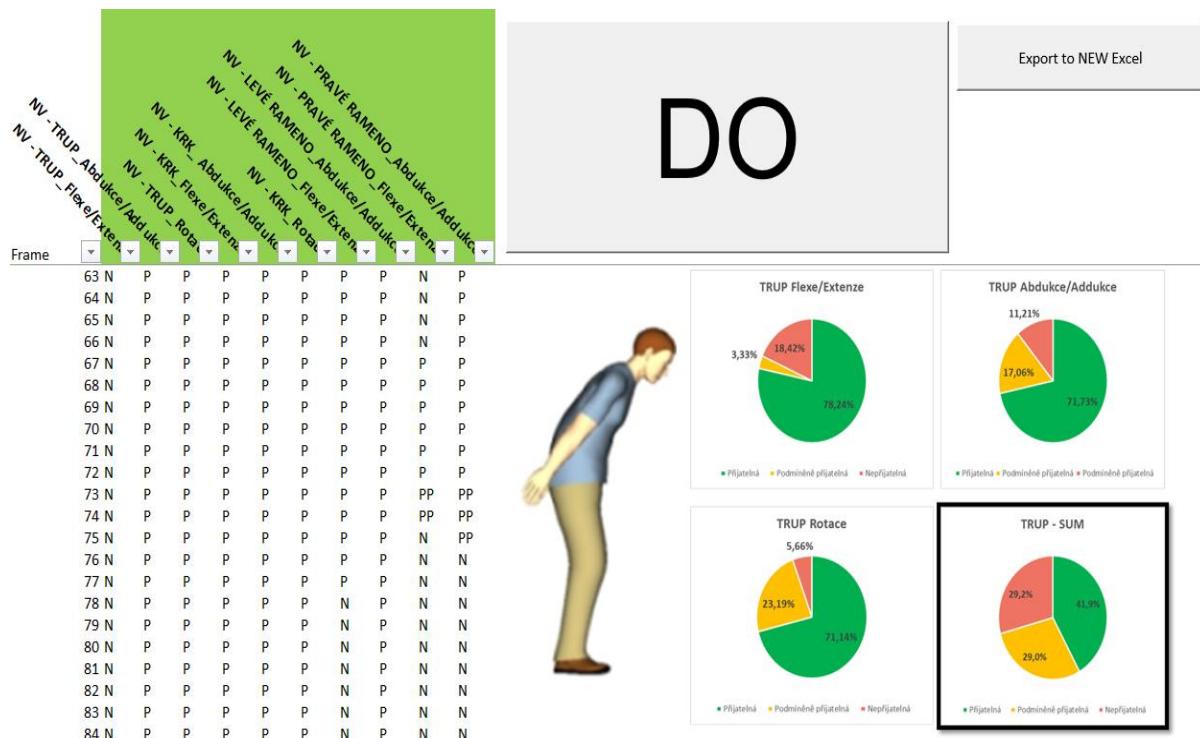
Pohyby jsou zaznamenány pomocí aplikace Axis a jsou převedeny do aplikace Unity, která slouží k exportu dat v textovém formátu. Před zahájením měření se nastaví frekvence snímání, tzv. rychlost měření, přičemž počet snímků je přímo úměrný rychlosti měření. Obrázek 3 zobrazuje virtuální prostředí v aplikaci Unity.



Obrázek 3 - Aplikace Unity Hub

Pomocí nástroje pro vyhodnocení velkého objemu dat jsou výsledky porovnány se stanovenými limity dle české legislativy, případně s interními standardy společnosti. Dílčím výstupem je počet snímků v přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné poloze. Dalším krokem je tvorba grafické vizualizace

procentuálního zastoupení poloh vztahených k celkovému počtu snímků pro zvolené části těla. Obrázek 4 ilustruje pomocný nástroj pro vyhodnocení poloh dle legislativy.



Obrázek 4 - Vyhodnocovací nástroj

V případě, že nastavené limity jsou překročeny, hovoříme o nepříznivém vlivu pracovních poloh na zdraví pracovníka. Je potřeba navrhnout opatření, sloužící ke snížení nepřijatelných poloh na minimum. Může se jednat o změnu ergonomického uspořádání pracoviště, pořízení vhodného vybavení, změnu pracovního postupu apod. V případě, že se jedná o návrh pracoviště ve virtuální realitě, lze po testování pracoviště provést optimalizaci a vyhnout se nákladům, souvisejícím s úpravou reálného pracoviště.

4 Závěr

Pomocí využití moderních technologií, které spočívají ve vytvoření a testování virtuálního modelu pracoviště a snímání pohybů je možné zjistit nedostatky již v předvýrobní fázi. Pomocí správných technologických a konstrukčních řešení lze nedostatky minimalizovat, a tím dosáhnout značných finančních úspor u výrobních i nevýrobních podniků. Optimalizace pracoviště z hlediska ergonomie slouží ke zvýšení bezpečnosti, ulehčení vykonání práce a snížení únavy pracovníka, což vede ke zvýšení jeho produktivity a eliminaci nemocí z povolání.

Práce na modelu pracoviště ve virtuální realitě značně uspoří náklady na pořízení a případné změny. Postup projektu je standardizovaný a je možné jej aplikovat opakovaně dle zákaznické poptávky.

V současné době probíhá vývoj software pro vyhodnocení ergonomického měření. V průběhu let bude probíhat neustálý vývoj a zdokonalování metody návrhu pracoviště ve virtuální realitě pomocí MoCap pro zvýšení efektivity průběhu projektů.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen za podpory interního grantu Západočeské univerzity číslo SGS-2021-028 s názvem Vývojové a tréninkové prostředky pro interakci člověka a kyber-fyzického výrobního systému (Developmental and training tools for the interaction of man and the cyber-physical production system).

Použitá literatura

- [1] Kategorizace prací | BezpečnostPráce.info. Portál o bezpečnosti práce (BOZP) a požární ochraně (PO) [online]. Copyright © 2013 [cit. 04.12.2019]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/dokumentace/kategorizace-praci/>
- [2] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. In: zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [3] BUREŠ, M. Tvorba a optimalizace pracoviště. 1. vyd. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-32-3