



VYUŽITÍ DIGITÁLNÍCH NÁSTROJŮ ERGONOMIE A BOZP V PRAXI

USE OF ERGONOMICS AND OSH DIGITAL TOOLS IN PRACTICE

CIDLINOVÁ, A.; BÁRDY, M. & BUREŠ, M.

Abstrakt:

21. století se neodmyslitelně nese v duchu digitalizace a optimalizace pracovních procesů. V tomto odvětví se před několika lety objevila naprosto zásadní inovace, která splňuje i ty nejpřísnější požadavky zaměstnavatelů – virtuální realita (VR). Technologie, která nám umožňuje simulovat libovolnou situaci, a to bez jakýchkoliv bezpečnostních či finančních rizik. Díky technologii VR jsme schopni připravit zaměstnance na nejrůznější situace. Ať jsou to krizové situace, které nelze nijak simulovat, dokud se reálně nestanou, nebo příprava zaměstnanců na jakékoliv rizikové úkony či důsledné vytvoření správných návyků, které mohou vést ke snížení rizik v ostrém provozu. Využití VR ve školení zaměstnanců přináší nespočet výhod, které staví tuto technologii na první příčku způsobů, kterými lze školení provádět. Dále zde můžeme jmenovat např. Motion Capture technologii (s využitím kinematického obleku) pro stanovení fyzické zátěže (ergonomie polohy). Jedná se o technologii, kterou se označuje proces nahrávání pohybu skutečného objektu a jeho převedení na digitální model, což může sloužit např. k analýze pohybu, měření pracovních poloh, hodnocení vývoje rehabilitace pacientů s těžkým poškozením nervového nebo motorického ústrojí apod. Motion capture nám může např. pomoci k zhodnocení využití lůžek bez/s laterálním úklonem, což je jedním z předmětů tohoto příspěvku. Moderních nástrojů je v ergonomii a BOZP k dispozici celá řada a je třeba nezapomínat i na aplikace jako např. interaktivní online nástroj pro posuzování rizik (OiRA), iniciativa IRAT a nebo nově vyvíjená aplikace IDRIS pro analýzu a hodnocení rizik BOZP.

Abstract:

The 21st century is inherently driven by the spirit of digitization and optimization of work processes. A few years ago, an absolutely fundamental innovation appeared in this industry that meets even the strictest requirements of employers – virtual reality (VR). Technology that allows us to simulate any situation without any security or financial risks. Thanks to VR technology, we are able to prepare employees for various situations. Be it crisis situations that cannot be simulated in any way until they actually happen, or preparing employees for any risky actions or consistently creating the right habits that can lead to a reduction of risks in severe traffic. The use of VR in employee training brings countless benefits that put this technology at the forefront of ways in which training can be conducted. Motion Capture technology (using a kinematic suit) for determining physical load (position ergonomics) can be considered another significant revolution in this direction. This is a technology that refers to the process of recording the movement of a real object and converting it to a digital model, and which can be used, for example, to analyze movement, measure working positions, evaluate the development of rehabilitation of patients with severe damage to the nervous or motor system, etc. Modern tools in ergonomics and health and safety are available, and we must not forget about applications such as the interactive online risk assessment tool (OiRA), the



IRAT initiative and the newly developed application IDRIS for the analysis and assessment of health and safety risks.

Klíčová slova:

Virtuální realita, digitalizace, IDRIS

Key words:

Virtual reality, digitalization, IDRIS

Úvod

Dnešním trendem je bezesporu digitalizace. Tento trend se nevyhnul ani BOZP a ergonomii. Výsledkem jsou pak softwarové i hardwarové nástroje, které nám pomáhají v mnoha ohledech, ať už jde o zvýšení a zefektivnění odborného vzdělávání v oblasti BOZP, předcházení pracovních úrazů a nemocí z povolání nebo posuzování a řízení rizika apod., a to za pomoci nejmodernějších ergonomických metod, sofistikovaných modelů člověka, virtuální reality, interaktivních softwarových aplikací v oblasti BOZP apod. Každý nástroj má však svoje silné a slabé stránky. Není tedy jen důležité tyto technologie ovládat, ale také dokázat aplikovat jejich výstupy v praxi.

1. BOZP ve virtuální realitě

Díky technologii virtuální reality jsme schopni připravit zaměstnance na nejrůznější situace. Ať jsou to krizové situace, které nelze nijak simulovat, dokud se reálně nestanou, nebo příprava zaměstnanců na jakékoliv rizikové úkony či důsledné vytvoření správných návyků, které mohou vést ke snížení rizik v ostrém provozu. Využití VR ve školení zaměstnanců přináší nespočet výhod, které staví tuto technologii na první příčku způsobů, kterými lze školení provádět. Mezi ty nejzásadnější patří například naprostá autonomie tréninku, jinak řečeno, zaměstnanec se může vzdělávat a rozvíjet kdekoli a kdykoli, navíc není potřeba přítomnosti žádné další osoby, vše ho naučí specializovaná VR aplikace. Další výhodou využití VR oproti běžným metodám tréninku je to, že dokáže zajistit 100% pozornost uživatele, který plní úkony v tréninkovém scénáři zcela přirozeně a podvědomě, tudíž si zapamatuje mnohem víc informací. Nespornou výhodou je i to, že VR aplikace dokáže dopodrobna sledovat chování uživatele, jeho silné a slabé stránky, podle kterých lze tréninkové lekce upravovat, opakovat apod. V dnešním době je tato technologie již natolik pokročilá, že si ji lze snadno pořídit a provozovat bez větších složitostí formou plug & play, využít v ní prvky umělé inteligence apod.

Klíčový dopad:

- Zvýšení kvality a efektivity školení a tréninku BOZP legislativy
- Uvolnění kapacit lidských zdrojů a snížení zátěže zkušených pracovníků prostřednictvím automatizace školení a tréninku, monitoringu na dálku a kontroly správnosti provedení
- Možnost vzdáleného / bezkontaktního školení a tréninku
- Vysoká přidaná hodnota projektu (dopad školení do praxe/efektivita) a zároveň jednoduchá dostupnost pro uživatele (zdravotnická zařízení)

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., pod patronací Ministerstva práce a sociálních věcí ČR a ve spolupráci s XR Institute s.r.o., řeší v tomto směru výzkumný úkol Virtuální realita v BOZP. Cílem je zvýšit a zefektivnit odborné vzdělávání v oblasti BOZP u pracovníků zaměstnaných



ve zdravotnických, sociálních a podobných službách, vzhledem k tomu, že byla jasně prokázána funkčnost této metody a byla ověřena proveditelnost a implementovatelnost komplexnějšího řešení pro celé odvětví. V současné době pandemie covid-19 je zdravotnictví a sociální služby jedno z nejohroženějších pracovních odvětví s novými riziky. Proto je vytvářen systém vzdělávání zdravotnických a sociálních pracovníků pro školení BOZP prostřednictvím VR, a tudíž se jedná o nejvíce efektivní a flexibilní způsob proškolení pracovníků, který je možné v současné době pracovníkům nabídnout a zvýšit tak jejich znalosti a zkušenosti v BOZP. Je také reagováno na udržení co nejnižší nákladovosti na straně zaměstnavatelů a co nejvyšší míry zachování znalostí a dovedností u proškolených zaměstnanců. Zvýšení efektivity míry proškolenosti zdravotnických pracovníků má souvislost se zvýšením jejich bezpečnosti při výkonu závislé práce (konkrétní dosah projektu je 0,41mil. pracovníků ve zdravotnictví ČR). Projekt vznikl vzhledem k narůstající disproporci v rámci efektivity současného způsobu vzdělávání v rámci BOZP legislativy a negativním finančním a zdravotním dopadům souvisejícím s nedostatečnou flexibilitou klasického BOZP školení a vlastního nácviku. Řešení funguje na základě aplikace dlouholetých zkušeností BEST practice zdravotníků, ale také s akcentem na využití nejmodernějších trendů v tréninku a didaktice pomocí nástrojů VR a interaktivních webových aplikací. Konkrétně se skládá z těchto dvou částí:

- Webová aplikace – vzdělávání
 - Interaktivní webové aplikace BOZP bez využití brýlí pro VR (běžně dostupný HW – smartphone, tablet, PC)
 - V aplikacích využity prvky e-learningu, 3D animace
 - Kompatibilní s Windows, IOS, Android (všechny běžné platformy)
- VR aplikace – vzdělávání a trénink
 - Interaktivita školeného s reálným prostředím, které simuluje skutečné podmínky
 - Vzdělávání probíhá formou VR průvodce (postava doktora), který vysvětluje a upozorňuje
 - Kompatibilita s Oculus Quest II (Nejrozšířenější a nejdostupnější HW)
 - 2 varianty – „výuková“ vs „ověření nabitých znalostí“

Ve VR aplikaci uživatel provádí jednotlivé interakce v předem vytvořených prostředích, které jsou co nejvíce podobné realitě. Cílem je vytvořit podmínky tak, aby školení bylo co nejvíce podobné skutečným procesům, které se ve zdravotnictví a sociálních službách provádějí. Z hlediska prováděných úkolů ve VR má daná osoba všechny potřebné objekty v dostupné vzdálenosti (max. 2 kroky na každou stranu). Je tedy potřeba maximálně 3x3 metru plocha na školení. Aplikace ve VR cílí primárně na headset Oculus Quest 2 nebo jiná alternativa headsetů, které spadají do kategorie all-in-one, to znamená, že dokážou fungovat bez výkonného zařízení (např. počítač) a na libovolném místě. Konkrétní scénáře jsou ovládány formou hand-trackingu (ovládání pomocí rukou) a dostupné vzdálenosti. Z toho vyplývá, že uživatel objekty zvedá pomocí rukou a pohyb v daném úkolu je řešený pomocí reálného chzení (vše v blízké dostupnosti uživatele). Uživatel se přemísťuje mezi jednotlivými pozicemi pomocí tzv. střihů (ztmavení displeje, přemístění pozice a následné odtemnění). Pro interaktivní objekty je využit vizuální management. Cílem je vytvořit maximální uživatelskou jednoduchost na vymodelovaném 3D prostředí s vysokou mírou imerze ovládaného pomocí hand-trackingu. Aplikace se věnuje vzdělávání a tréninku, je zcela autonomní (tzn. není potřeba asistence či doprovodného výkladu další osobou). Může tedy probíhat zcela samostatně a všechny potřebné informace předá uživateli avatar, či jiný vizuální prvek.

Technická část projektu byla pilotně implementována v roce 2021, kdy taktéž proběhlo odlazení technického rozhraní. V roce 2022 přešel projekt do ostrého provozu. V rámci pilotního projektu byl vypočten ekonomický dopad na případu fakultní nemocnice, kdy vzhledem



k nekompletnosti všech školení BOZP pro zdravotnictví není možné vypočítat dopad kompletního převedení BOZP do virtuálních technologií. Vycházíme z analýzy jednoho ze scénářů (použití OOPP ve zdravotnictví v rámci protiepidemiologických opatření), jež je konkrétně 1 z mnoha plánovaných témat školení BOZP. Výpočet je vyčíslen v člověko-dnech, vzhledem k různým finančním osobním nákladům na personál uvnitř konkrétního zdravotnického zařízení a zároveň rozdílu mezi jednotlivými zdravotnickými zařízeními. Doba školení ve VR je max. 20% oproti současnému stavu.

Úspora času pro jeden scénář a jednu fakultní nemocnici:

- 250 člověko-dní
- Předpokládaná úspora při dokončení všech scénářů pro jednu fakultní nemocnici: 2500 člověko-dní

Vzhledem k tomu, že školení probíhají ve virtuální prostředí (ne v reálném), nehrozí tak škody na zdraví či majetku – nedochází k ohrožení zdraví pacientů ani samotných zaměstnanců (zdravotnických pracovníků) a potažmo tedy ani důsledné postihy včetně finančních. Personál může trénovat situace, které běžným způsobem nelze nacvičovat (požár na pracovišti apod.). Školený zaměstnanec si znalosti uchovává dlouhodobě, a navíc ve formě dovedností, které jsou v případě bezpečnosti velmi důležité, jelikož zde nestačí pouze teoretická znalost.

Kalkulace aktuálního způsobu školení	
Počet klinik v běžné fakultní nemocnici	64
Počet klinik, jež využijí konkrétní scénář (OOPP ve zdravotnictví)	32
Počet personálu, kteří podléhají k proškolení	782
Doba školení (h)	2
Běžná velikost skupiny na školení	2
Čas, který stráví odborný personál školením (OOPP ve zdravotnictví) dní/rok	104
Čas, který stráví školený personál školením (OOPP ve zdravotnictví) dní/rok	209

Obr. 1 Kalkulace aktuálního způsobu školení

2. Motion capture a stanovení ergonomie polohy lůžek s laterálním úklonem

Pro stanovení fyzické zátěže (ergonomie polohy) je dnes možné použít technologii Motion Capture (např. s využitím kinematického obleku od společnosti Noitom, Xsens apod.). Jedná se o technologii, kterou se označuje proces nahrávání pohybu skutečného objektu a jeho převedení na digitální model. Tímto způsobem byly sledovány pracovní polohy, výstupy z tohoto výzkumu jsou uvedeny níže. Na měřený objekt bylo umístěno 17 senzorů, jejich umístění je na obrázku níže. Polohy měřeného probanda jsou vypočteny díky rozsahu stupňů mezi dvěma částmi těla. MoCap zaznamenává 30 záznamů za 1 vteřinu.

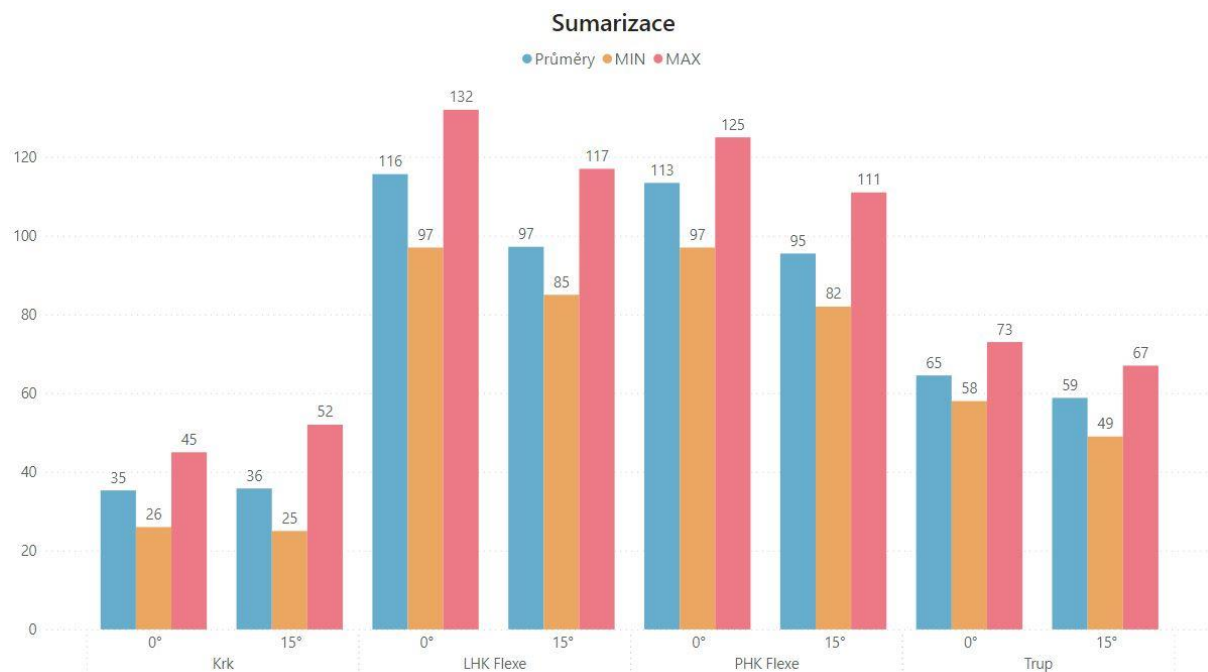


Obrázek 1: Synchronizace videa s avatarem

Úkony byly posuzovány na 3 figurantech substituujících nemocniční personál – zdravotní sestry. Úkony pacientů byly posuzovány na 3 figurantech představujících pacienty vstávající z nemocničního lůžka. V rámci měření poloh u pacientů bylo vytvořeno několik scénářů, podle kterých byly experimenty provedeny - 3 zdravotní sestry a měření pracovní polohy zdravotní sestry při manipulaci s imobilním pacientem s/bez použití laterálního úklonu (10 až 15 opakovaných úkonů) x 3 pacienti. V rámci vyhodnocování bylo bráno v potaz 10 úkonů. Za nejproblematictější pracovní úkony patří: předklon trupu – při otáčení a fixaci pacienta, flexe obou horních končetin – při otáčení a fixaci pacienta.

Polohování pacienta je jednou z nejběžnějších pracovních činností zdravotních sester, zároveň se jedná o jednu z nejnáročnějších činností. Při vykonávání těchto činností hrozí riziko úrazu či riziko muskuloskeletálních poruch, které mohou vést k profesionálně podmíněným onemocněním. V rámci pracovní činnosti provádí zdravotní sestra polohování imobilního pacienta. Postel bez funkce laterálního úklonu je standardně v 0°. Zdravotní sestra zafixuje horní končetiny na hrudníku pacienta. Následně předpaží obě horní končetiny a uchopí pacienta za rameno a pravý bok a otočí ho na levý bok.

Lůžko s laterálním úklonem usnadní zdravotní sestře manipulaci s pacientem, čímž se sníží její fyzická zátěž. S využitím lůžka s laterálním úklonem si zdravotní sestra pomocí nožního pedálu nakloní lůžko o 15°, čímž si usnadní manipulaci s pacientem. Zdravotní sestra i v tomto případě musí zafixovat horní končetiny na hrudníku pacienta a otočit ho na bok. V případě lůžka bez laterálního úklonu se předklon trupu v maximálním předklonu pohyboval mezi 58°- 73°, průměrně 65°. Flexe pravé horní končetiny se v maximální míře pohybovala mezi 97°- 125°, průměrně 113°, levá horní končetina mezi 97°- 132°, průměrně 116°. Předklon krku se vyskytoval v maximální míře mezi 26°- 45°, průměrně 35°. V případě lůžka s laterálním úklonem se předklon trupu v maximálním předklonu pohyboval mezi 49°- 67°, průměrně 59°. Flexe pravé horní končetiny se v maximální míře pohybovala mezi 82° - 111°, průměrně 95°, levá horní končetina mezi 85°- 117°, průměrně 97°. Předklon krku se vyskytoval v maximální míře mezi 25°- 52°, průměrně 36°.



Obrázek 3: Sumarizace vyhodnocení sester

Graf výše znázorňuje stupně rozsahu posuzovaných částí těla se znázorněním rozdílu při využití lůžka bez laterálního úklonu (0°) a s laterálním úklonem (15°). Předklon trupu je v případě lůžka s laterálním úklonem snížen průměrně o 9 %, flexe pravé a levé horní končetiny je snížena průměrně o 16 %, předklon krku je zvýšen průměrně o 2 %.

Poznámka: Zvýšený rozsah předklonu krku u lůžka s laterálním úklonem byl zaznamenán u většiny sledovaných subjektů. Maximální úhel předklonu krku byl zaznamenán v rámci vizuální kontroly chodidla při ovládání nožního pedálu. Tento fakt je pravděpodobně způsoben nedostatečným zaučením v případě zkoumané technologie.

Z výsledků měření zdravotních sester vyplynulo, že díky lůžku s laterálním úklonem se sníží předklon trupu průměrně o 9 %, flexe pravé a levé horní končetiny byla snížena průměrně o 16 %. Lůžko s laterálním úklonem usnadní zdravotní sestře manipulaci s pacientem, čímž se sníží její fyzická zátěž. Zároveň je předcházeno muskuloskeletálním poruchám a riziku pracovního úrazu.

3. IDRIS aplikace

Hlavním cílem aplikace, resp. celého výzkumného úkolu, který Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., pod záštitou Ministerstva práce a sociálních věcí ČR vyvíjí, je vytvoření moderního systému pro analýzu a hodnocení rizik BOZP (se všemi lokálními požadavky pro české prostředí) a dále široké spektrum nástrojů pro posouzení pracovních rizik s využitím zmíněné aplikace a usnadnit malým podnikům, mikropodnikům a OSVČ působícím v prioritních ekonomických činnostech a odvětvích v ČR dodržování právních a ostatních předpisů k zajištění BOZP ve vazbě na prevenci pracovních rizik. Celá aktivita navazuje na vývoj nástrojů pro posuzování pracovních rizik s využitím webové platformy OiRA pro účely malých podniků, mikropodniků a OSVČ v ČR, který byl řešen v letech 2018 – 2020 v rámci VUBP. Důležitost problematiky BOZP je dána na celoevropské úrovni aktivitami Komise a Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (EU-OSHA), ke kterým patří interaktivní online nástroj pro posuzování rizik (OiRA). Je to webová platforma, která umožňuje tvořit nástroje pro odvětvové posuzování rizik. Avšak platforma OiRA není v českém prostředí plně využitelná a nesplňuje požadavky kladené na malé podniky, mikropodniky a OSVČ



v ČR, respektive není pro ně uživatelsky ani účelně plně využitelná pro současnou praxi. Vyvíjená aplikace bude výhledově použita jako monitorovací nástroj pro plnění povinností BOZP a PO (s možným povinným zasíláním vyplněných nástrojů). Bude možné propojení jednotlivých nástrojů s výstupem do jednoho rozhraní pro celkové řízení rizik. Úkoly bude možné přidávat samostatně (bez vazby na nástroj i jednotlivé riziko a zajistit jejich přidělení jakékoliv osobě e-mailovou notifikací, která obsahuje popis, termín, popř. náklady). Dále bude také možné (na rozdíl od OiRA) přístup pro více uživatelů do jednoho účtu a také možnost nahrávat dokumentaci a záznamy BOZP a PO pro uživatele – databáze, kde budou k dispozici všechny dokumenty. Výhodou bude také měřitelné hodnocení – neshody budou mít hodnotu (podle míry rizika), aby bylo možné stanovit celkovou (orientační) hodnotu rizika v organizaci. Důraz bude kladen na zpětnou vazbu uživatelů a komunikaci s nimi – připomínky budou zasílány, vyhodnoceny a zpracovány – tzn. bude zde účast uživatelů na vývoji aplikace a také jim budou poskytovány informace o legislativních změnách, novinkách, akcích. Ze strany MPSV byla navíc dohodnuta spolupráce a podpora skupiny IRAT při Evropské agentuře, která sdílí dobrou praxi při obdobných aktivitách členských států.

Závěr

V současné době je řada přístupů k BOZP a ergonomii a digitální technologie budou mít stále větší dopad na bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Pro školení můžeme využívat např. online školení BOZP zpracovaná na míru nebo klasická školení s novými interaktivními prvky, 3D technologie, virtuální realitu, kombinovat i jiné prvky. Samozřejmě je důležitá osobnost tvůrce, jeho zkušenost, odbornost. A stejné je to i s ostatními nástroji, vždy je stěžejní kompetentní tvůrčí tým, jasně stanovit požadavky, cílovou skupinu a co je cílem, aby využití nových moderních technologií bylo efektivní a přispívalo k BOZP i předcházení nemocí z povolání a pracovním úrazům.

Zařazení příspěvku

Tento výsledek byl finančně podpořen z institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace na léta 2018–2022 a je součástí výzkumného úkolu 11-S4-VUBP Virtuální realita v BOZP, řešeného Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v. v. i., v letech 2021–2023.

Korespondenční adresa

1. Ing. Anna Cidlinová, PhD.: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Jeruzalémská 1283/9, 110 00 Praha 1 – Nové Město, Tel: +420 605 746 385, email: cidlinova@vubp.cz
2. Ing. Marek Bárdy, Ph.D.: XR Institute s.r.o., Zbrojnická 229/1, Vnitřní Město, 301 00 Plzeň, Tel: +420 775 502 774, email: Bardy@vrtraining.cz
3. Ing. Marek Bureš, Ph.D.: XR Institute s.r.o., Zbrojnická 229/1, Vnitřní Město, 301 00 Plzeň, Tel: +420 606 050 830, email: bures@xr-institute.cz