

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Využití virtuální reality ve Škoda Auto a.s.

Marek Tomášek

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Tomášek

Informatika

Název práce

Využití virtuální reality ve Škoda Auto a.s.

Název anglicky

Use of virtual reality in Škoda Auto a.s.

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnocení a přínos využití virtuální reality ve společnosti Škoda Auto a.s. za účelem zaškolení zaměstnanců a integrací do výroby. Vedlejšími cíli jsou:

- Charakterizovat problematiku virtuální reality v automobilovém průmyslu.
- Zhodnotit efektivnost, náklady a úspory využití virtuální reality.
- Formulovat potenciál využití virtuální reality napříč společností v rámci konceptu průmyslu 4.0.

Metodika

Teoretická část bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Praktická část bude zaměřena na hodnocení úspor a efektivnosti vybraných tréninkových aplikací využívající virtuální reality. V rámci hodnocení bude provedeno dotazníkové šetření s účastníky školení. Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků praktické části budou formulovány závěry práce a doporučení pro využití virtuální reality ve Škoda auto a.s.

Doporučený rozsah práce

40 až 50 stran.

Klíčová slova

virtuální realita, rozšířená realita, aplikace, simulace, platforma, počítač, respondent, úroveň, manipulace, kvalita, návratnost

Doporučené zdroje informací

AUKSTAKALNIS, Steve., & BLATNER, David. Reálně O Virtuální Realitě: Umění a Věda Virtuální Reality. Brno, Česko: Jota1994. ISBN 80-85617-41-2.

BRANISLAV, Dragan, ed. Mixed Reality and Three-Dimensional Computer Graphics. IntechOpen, 2020. ISBN 9781839626241.

Cicek, I.; Bernik, A.; Tomić, I. Student Thoughts on Virtual Reality in Higher Education—A Survey Questionnaire. Information 2021, 12, 151.

CHRISTIAN, Mike. How Virtual Reality Will Revolutionize Training And Education. Denton: From The Future, 2020. B08JK85TQR. SCHMALSTIEG, D. a Tobias HÖLLERER. Augmented reality: principles and practice. Boston: Addison-Wesley, [2016]. Addison-Wesley usability and HCIseries. ISBN 978-032-1883-575.

MENDELOVA, Lucia, ed. Realita virtuálna. Absynt-Kalligram, 2019. ISBN 9788089916795.

SAK, Petr a Jiří MAREŠ. Člověk a vzdělání v informační společnosti. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-230-0.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Michal Stočes, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 17. 8. 2021

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 10. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 10. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití virtuální reality ve Škoda Auto a.s." jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Michalovi Stočesovi, Ph.D. za vedení této bakalářské práce a také kolegům ze společnosti Škoda Auto a.s. Ing. Petru Vokounovi a Bc. Lukášovi Šolcovi za konzultace a cenné rady.

Využití virtuální reality ve Škoda Auto a.s.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem využití virtuální reality ve Škoda Auto a.s. Teoretická část se zabývá charakterizací problematiky virtuální reality a využitím virtuální reality v automobilovém průmyslu. Vlastní práce se věnuje hodnocení úspor a efektivnosti vybraných tréninkových aplikací využívajících virtuální realitu ve společnosti Škoda Auto a. s. Úspory jsou vyčísleny za pomoci nákladových kalkulací tréninků. Součástí vlastního výzkumu je dotazníkové šetření v oblasti zaškolování zaměstnanců formou virtuálního tréninku.

Klíčová slova: virtuální realita, rozšířená realita, aplikace, simulace, platforma, počítač, respondent, úroveň, manipulace, kvalita, návratnost

Use of virtual reality in Škoda Auto a.s.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the use of virtual reality in Škoda Auto a.s. The theoretical part focuses on the characterization of the technology of virtual reality, and the use of virtual reality in the automotive industry. The thesis analyzes the cost of savings and efficiency of selected training applications using virtual reality in the company Škoda Auto a. s. Savings are quantified using cost calculations of training. Part of the research is a questionnaire survey in the section of employee training in the form of virtual training.

Keywords: virtual reality, augmented reality, application, simulation, platform, computer, respondent, level, manipulation, quality, return

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce a metodika	11
3. Teoretická východiska	12
3.1 Definice virtuální reality	12
3.1.1 Porovnávání úrovní realit.....	12
3.2 Historie.....	13
3.3 Technologie VR	16
3.3.1 Aplikace	16
3.3.2 Zařízení	17
3.3.3 Náhlavní displej (HMD)	17
3.3.4 Rukavice	19
3.3.5 Oblek.....	20
3.3.6 Pohybová platforma	20
3.3.7 CAVE.....	20
3.4 Platformy pro vývoj virtuální reality.....	21
3.4.1 3D modeling	21
3.4.2 Herní engine.....	22
3.5 Virtuální realita v automobilovém průmyslu	23
3.5.1 Design a prototypování	23
3.5.2 Trénink zaměstnanců	24
3.5.3 Virtuální showroomy	24
3.5.4 Autonomní vozidla	25
4. Vlastní práce	27
4.1 Virtuální realita ve Škoda Auto a.s.	27
4.1.1 Virtuální realita zaměřená na zákazníka	27
4.1.2 Virtuální realita zaměřená na zaměstnance	28
4.2 Dotazníkové šetření.....	31
4.2.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření.....	32
4.3 Kalkulace nákladů.....	41
4.3.1 Kalkulace praktického tréninku	41
4.3.2 Kalkulace virtuálního tréninku	42
4.3.3 Zhodnocení a shrnutí kalkulací	44
5. Výsledky a diskuse	46
6. Závěr.....	49
7. Seznam použitých zdrojů	50

Seznam obrázků

Obrázek 1 Rozšířená realita	13
Obrázek 2 Microsoft HoloLens	13
Obrázek 3 View-Master	14
Obrázek 4 Sensorama	14
Obrázek 5 Aplikace na vzdělávání BEV	17
Obrázek 6 Degrees of Freedom	18
Obrázek 7 HTC VIVE PRO s ovladači	19
Obrázek 8 Rukavice Manus VR	19
Obrázek 9 Pohyblivá platforma KATVR	20
Obrázek 10 CAVE	21
Obrázek 11 VR showroom Audi	25
Obrázek 12 Virtuální Showroom	28
Obrázek 13 Virtuální trénink lakovna	29
Obrázek 14 Virtuální trénink robotů	30
Obrázek 15 Stanice VR tréninku lakovna	43
Obrázek 16 Ovladač robota a virtuální prostředí	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 Setkání s VR v práci	36
Tabulka 2 Negativní vliv na organismus	39
Tabulka 3 Zájem o VR technologie	40
Tabulka 4 Kalkulace praktického tréninku	42
Tabulka 5 Kalkulace virtuálního tréninku	43
Tabulka 6 Porovnání kalkulací	47

Graf 1 Pohlaví respondentů	32
Graf 2 Věk respondentů	32
Graf 3 Dosažené vzdělání respondentů	33
Graf 4 Pracovní oblast respondentů	33
Graf 5 Používání zařízení v práci	34
Graf 6 Používání zařízení doma	34
Graf 7 Definice virtuální reality	35
Graf 8 VR v pracovním prostředí	35
Graf 9 VR mimo pracovní prostředí	36
Graf 10 Setkání s VR	37
Graf 11 Vnímání VR	37
Graf 12 VR v automobilovém průmyslu	38
Graf 13 Pocity z VR tréninku	38
Graf 14 Nežádoucí účinky	39
Graf 15 Další používání VR	40

Seznam použitých zkratk

VR	Virtuální realita
AR	Rozšířená realita
MR	Smíšená realita
HMD	Náhlavní display
ŠA	Škoda Auto a.s.

1. Úvod

Virtuální realita je technologie, která pomocí počítačové techniky simuluje prostředí skutečného světa, kde se člověk může pohybovat a vnímat. Koncept virtuální reality je založen na vytvoření virtuálního prostředí přenesené díky speciálním zařízením jako jsou: speciální brýle, sluchátka, rukavice nebo ovladače. Toto uměle vytvořené prostředí nachází využití v mnoha různých oblastech. Virtuální realita nejprve zaznamenala velký úspěch v počítačových hrách a v zábavném průmyslu, ale v současné době nachází uplatnění i úplně v jiných oblastech včetně automobilového průmyslu. Zde se používá jako marketingový nástroj k zaujetí zákazníka. Vývojářům pomáhá s prototypováním modelů. V neposlední řadě se pomocí této technologie zaškolují firemní zaměstnanci na pracovních operacích.

2. Cíl práce a metodika

Cílem bakalářské práce je zhodnocení a přínos využití virtuální reality ve společnosti Škoda Auto a.s. za účelem zaškolování zaměstnanců a integrací do výroby. Vedlejšími cíli jsou:

- Charakterizovat problematiku virtuální reality v automobilovém průmyslu.
- Zhodnotit efektivnost, náklady a úspory využití virtuální reality.
- Formulovat potenciál využití virtuální reality napříč společnostmi v rámci konceptu průmyslu 4.0.

Metodika

Teoretická část bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Praktická část bude zaměřena na hodnocení úspor a efektivnosti vybraných tréninkových aplikací využívající virtuální reality. V rámci hodnocení bude provedeno dotazníkové šetření s účastníky školení. Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků praktické části budou formulovány závěry práce a doporučení pro využití virtuální reality ve Škoda auto a.s.

3. Teoretická východiska

Virtuální realita se v dnešní době stává stále více populární. V této kapitole bude vysvětlena technologie virtuální reality a popsáno veškeré příslušenství nezbytné pro plnohodnotné fungování virtuální reality. Dále budou popsány důležité milníky vývoje virtuální reality a její tvůrci.

3.1 Definice virtuální reality

Virtuální realita je technologie, která pomocí počítačové techniky simuluje prostředí skutečného ale i zcela vymyšleného světa, kde se člověk může pohybovat a vnímat pomocí speciálních brýlí a dalších senzorů a ovladačů. Koncept virtuální reality je založen na kombinaci světa virtuálního a reálného. Toto uměle vytvořené prostředí musí člověk vnímat pomocí smyslů našeho těla jako jsou: zrak, hmat, sluch, chuť, stejně jako rovnováhu a prostorové vnímání. Vstupy shromážděné těmito smysly zpracovává náš mozek, aby vykreslil objektivní prostředí kolem nás. Virtuální realita se pokouší vytvořit jakési umělé prostředí, které lze představit našim smyslům pomocí umělé informace, což vede naši mysl k přesvědčení, že je (téměř) realitou. [3]

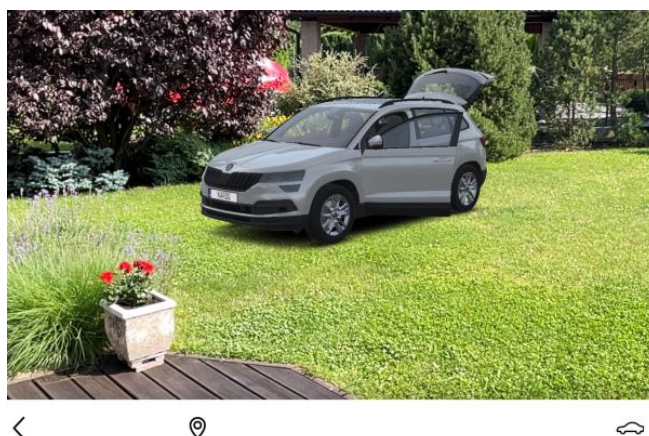
3.1.1 Porovnávání úrovní realit

Na trhu s technologiemi zabývajícími se virtuální realitou jsou podobné technologie, avšak s odlišnými vlastnostmi. Rozlišujeme tři základní úrovně realit: virtuální realita, rozšířená realita a smíšená realita.

- **Virtuální realita**, anglicky Virtual reality (VR), je ponoření pomocí speciálních brýlí do zcela jiného prostředí. Tato technologie se snaží oklamat lidský mozek a nastínit úplně nové prostředí. [7]
- **Rozšířená realita**, anglicky Augmented reality (AR), dosazuje virtuální objekty do reálného světa skrz fotoaparát na chytrém telefonu, tabletu nebo speciálních brýlích s promítáním. Velmi často se používá na sociálních sítích jako speciální efekty a filtry, ale také ve hrách na mobilních telefonech, např. Pokemon Go. Rozšířené je i zobrazení produktů touto formou. Například Škoda Auto takto prezentuje své modelové řady pomocí aplikace SKODA AR (Obrázek 1). [7]
- **Smíšená realita**, anglicky Mixed reality (MR), používá prvky virtuální i rozšířené reality a pracuje s virtuálními objekty v reálném světě. Digitální informace jsou ve smíšené realitě reprezentované hologramy (objekty tvořeny světlem a

doprovázenými zvuky), které se zobrazují v prostoru kolem. Prostřednictvím umělé inteligence tyto hologramy reagují na příkazy a interagují s povrchy reálného světa v reálném čase. Výsledkem je přirozenější a intuitivnější prostředí. Tato technologie se teprve rozbíhá. Jedním z nejpokročilejších přístrojů smíšené reality je HoloLens od společnosti Microsoft (Obrázek 2). [2,7]

Obrázek 1 Rozšířená realita



Zdroj: Autor

Obrázek 2 Microsoft HoloLens



Zdroj: Microsoft

3.2 Historie

První pokusy o vytvoření virtuální reality, tedy iluzi, nebo zachycení reálného světa sahají až do devatenáctého století. V této době se zkušení malíři snažili zachytit událost na velkou plochu. Tyto nástěnné malby zachycovaly historické události v co největším detailu a byly určeny na pokrytí celého zorného pole diváka, aby se divák mohl vcítit do vykreslené situace.

V roce 1838, Charles Wheatstone ve svém výzkumu prokázal, že mozek zpracovává různé dvourozměrné obrazy z každého oka do jediného objektu tří dimenzí. Prohlížení dvou vedle sebe plošných obrázků nebo fotografií z různých úhlů pomocí stereoskopu dalo lidem

pocit vcítění se do obrazu. Tento přístroj se používal na zkoumání snímků krajin, nebo také ve vojenství při zkoumání leteckých snímků. Způsobem pořízení snímků se zabývá stereoskopie a musí být zachycena speciálním stereoskopem. Zdokonalený stereoskop View-Master, který byl patentován v roce 1939, se začal používat pro „virtuální turistiku“. [1,5]

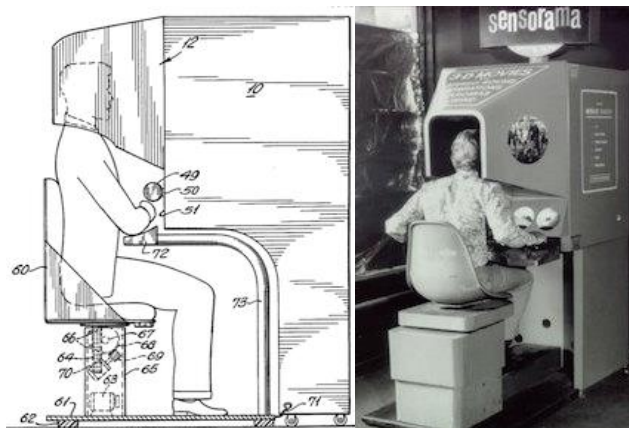
Obrázek 3 View-Master



Zdroj: <https://www.opticalspy.com/spy-blog/the-view-master>

V padesátých letech dvacátého století americký kinematograf Morton Heilig vynalezl Sensorama, což byla divadelní skříň, která uměla stimulovat všechny smysly. V této skříni byly zabudované nejenom displej a reproduktory, ale i fén, generátor vůně a vibrační židle. Heilig vytvořil Sensoramu, aby plně ponořila diváka do filmu. Pro svůj vynález vytvořil také šest krátkých filmů, které sám natočil a upravil. Mezi tituly filmů Sensorama patří například Motorcycle, Helicopter, A date with Sabina and I'm a coca cola bottle. [1,5]

Obrázek 4 Sensorama



Zdroj: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Později Morton Heilig v roce 1960 patentuje masku Telesphere Mask. Je to vůbec první příklad náhlavního displeje tzv. head-mounted display (HMD). Tento náhlavní display byl

vybavený přístroji, aby poskytoval široké vidění a stereofonní zvuk. Byl určený pro neinteraktivní film bez sledování pohybu.

Společnost Philco v roce 1961 představila první HMD s produktovým názvem Headsight. To zahrnovalo obrazovku pro každé oko a magnetický systém sledování pohybu, který byl spojen s kamerou. Headsight nebyl ve skutečnosti vyvinut pro aplikace ve virtuální realitě (tento termín tehdy neexistoval), ale aby umožňoval pohlcující vzdálené sledování nebezpečných situací ze strany armády. Pohyby hlavy pohybovaly vzdálenou kamerou, což by uživateli umožňovalo přirozeně se dívat po okolí. Headsight byl prvním krokem ve vývoji displeje umístěného na hlavě, ale chyběla mu integrace generování počítače a obrazu.

O dva roky později vzniká Sword of Damocles sestrojený Ivanem Sutherlandem a jeho studentem Bobem Sproullem. Jedná se o první VR připojenou k počítači. Tento přístroj byl velmi těžký a byl zakotvený do stropu, aby ho mohl uživatel pohodlně používat.

V devadesátých letech se do vývoje virtuální reality zapojuje i NASA. Americká kosmická agentura sestavuje Project VIEW, simulátor na trénink astronautů. VIEW vypadá jako moderní příklad VR a nabízí rukavice pro jemnou simulaci dotykové interakce. VIEW se stal vzorem pro většinu moderních souprav pro virtuální realitu, jak je známe dnes.

V roce 1988 projekt z firmy Autodesk jako první implementoval VR na levný osobní počítač. Vedoucí celého projektu Eric Gullichsen odešel v roce 1990, aby si založil firmu Sense8 a vyvinul WorldToolkit, který nabízel jako první real-time grafiku na běžném PC a byl hojně využíván napříč celým odvětvím.

V devadesátých letech 20. st. už byli dostupné VR headsety pro běžné uživatele. V roce 1991 společnosti Sega a Virtuality oznámily svůj headset. Sega VR byl zaměřený na arkádové hry na jejich konzoli. Headset používal LCD obrazovku, stereo sluchátka a trackovací systém, který umožnil systému reagovat na pohyby hlavou uživatele. Virtuality vytvořila virtuální svět pro více hráčů a stala se prvním masově vyráběným multiplayerovým zábavním systémem VR. Náklady se pohybovaly kolem 73000 dolarů za jedno zařízení, které se skládalo z exoskeletonových rukavic a VR headsetu. Toto zařízení poskytlo jeden z prvních pohlcujících zážitků s VR. [1,5]

3.3 Technologie VR

Uplatnění virtuální reality se nabízí všude tam, kde je příliš nebezpečné, nákladné nebo nepraktické něco dělat ve skutečnosti. Virtuální realita nám umožňuje virtuálně testovat rizika, abychom získali zkušenosti do reálného světa, od pilotů stíhacích letounů až po chirurgy praktických lékařů. Postupným vývojem se náklady na virtuální realitu snižují a VR se stává dostupnější. Na vzestupu je uplatnění aplikací i v oblasti vzdělávání ve firmách i ve školách. Virtuální realita a rozšířená realita by mohla podstatně změnit způsob, jakým komunikujeme s našimi digitálními technologiemi.

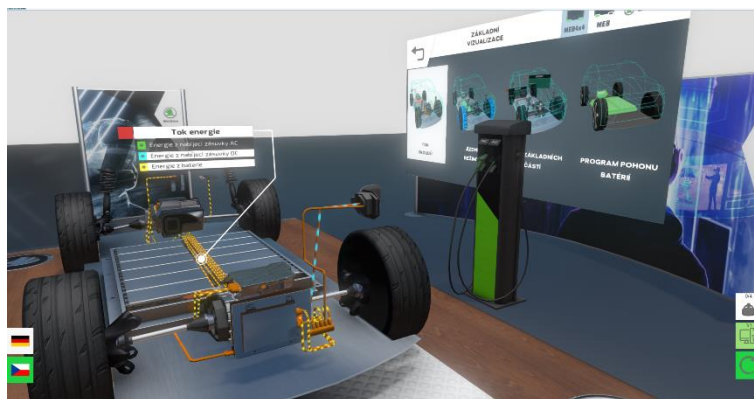
3.3.1 Aplikace

Aplikace virtuální reality je softwarový program, který umožňuje uživateli ovládat vytvořené prostředí. Největší rozmach se zaznamenal v mnohamiliardovém herním průmyslu, ale také se používají v architektuře, medicíně, sportech, umění a trenažérech. Samotné aplikace můžeme zařadit do tří typů: Pasivní, Aktivní a Interaktivní aplikace.

- Pasivní aplikace virtuální reality jsou ovládány samotným programem vytvořeným vývojáři. Tyto aplikace nejsou interaktivní a uživatel nemůže zasáhnout do prostředí aplikace. *„Tuto realitu lze přirovnat k filmu. Sledujeme, posloucháme, můžeme mít dojem pohybu, ale sledované nemůžeme žádným způsobem měnit (Sak, 2007 s. 252).“* [6]
- Aktivní aplikace *„V tomto případě již můžeme svůj pohyb ve virtuálním prostředí ovlivňovat, rozhodujeme, co si prohlédneme, a můžeme slyšet i odpovídající zvuky (létání, chůze, při prohlídce domu si např. vybíráme, kterou místnost si prohlédneme); chybí však zpětná vazba, a tak není možné toto prostředí žádným způsobem upravovat (Sak, 2007 s. 252).“* V tréninkovém centru Škoda Auto a.s. se tento typ aplikace používá na sledování „aktivních uživatelů“ při interakci v aplikaci na vzdělání základních částí BEV (battery electric vehicle). Účastníci se mohou rozhlížet kolem sebe, ale musí měnit předem určenou polohu pomocí tlačítka na ovladači. [6]
- Interaktivní aplikace jsou *„nejdokonalejší a po technické stránce nejnáročnější stupeň virtuální reality – prostředí můžeme nejen prozkoumávat, ale i také měnit, brát předměty do ruky nebo pracovat s virtuálními nástroji (Sak, 2007 s. 252).“* Interaktivní aplikace obsahuje interaktivní prvky. Uživatel je schopen se pohybovat

stejným způsobem jako v reálném světě a může ovládat interaktivní prvky v aplikaci a pohybovat s objekty, např. přesun elektromotoru viz obrázek 5. [6]

Obrázek 5 Aplikace na vzdělávání BEV



Zdroj: Škoda Auto a. s.

3.3.2 Zařízení

Široká veřejnost si pod pojmem zařízení virtuální reality představí především „head mounted display“ (HMD), přeloženo do češtiny náhlavní brýle. Tato technologie pracuje s více propojenými přístroji zároveň, které obsahují senzory, obrazovky, kamery a čidla. Zařízení můžeme rozdělit na vstupní a výstupní.

Vstupní zařízení nám umožňují virtuální realitu přetvářet. Úplným základem pro systém VR je snímání pozice a orientace hlavy, které jsou nutné pro správné vykreslování. Dále pak je důležité snímání pozice rukou pomocí ovladačů nebo rukavic, popřípadě i dalších částí těla.

Výstupní zařízení poskytují smyslové vnímání, které dále můžeme rozdělit na vizuální, sluchové a haptické. Člověk je nejvíce schopen vnímat především zrakem, ostatní vjemy pomáhají dokreslit obraz. Do těchto zařízení se řadí především vybavení pro výstup. Patří sem zejména speciální brýle, sluchátka a rukavice s dotykovou a silovou zpětnou vazbou.

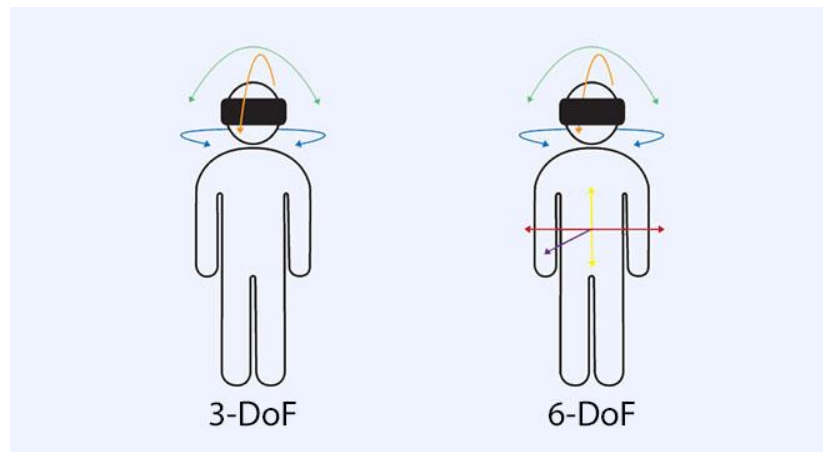
3.3.3 Náhlavní displej (HMD)

Jak už bylo zmíněno, HMD jsou nejznámější a nejvíce rozšířenou technologií z oblasti VR. Jedná se o nositelnou elektroniku, která se využívá k zobrazení virtuální reality. Dokážou do každého oka promítnout obraz virtuálního prostředí z jiného úhlu. To v mozku vyvolává věrohodný 3D obraz a uživatel díky tomu může vnímat předměty, které se nacházejí v pozadí scény. Toto zobrazení se dosahuje prostřednictvím použití několika typů brýlí.

Nejdůležitější částí HMD je samotný displej. Nejběžněji se jedná o LCD (*liquid crystal display*), které jsou v novějších zařízeních nahrazovány panely OLED (*organic light-emitting diode*). Druh brýlí se může lišit i způsobem reagování na pohyb. Tento parametr je

udáván v tzv. stupních volnosti (Degrees of Freedom) viz obrázek 6. Označují počet základních způsobů, kterými se může tuhý objekt pohybovat ve 3D prostoru. Celkem existuje šest stupňů volnosti. Tři z nich odpovídají rotačnímu pohybu kolem os x, y a z, běžně označovanému jako sklon, odklon a náklon (3-DoF). Další tři odpovídají translačnímu pohybu podél těchto os, který si můžeme představit jako pohyb vpřed nebo vzad, pohyb vlevo nebo vpravo a pohyb nahoru nebo dolů (6-DoF).

Obrázek 6 Degrees of Freedom



Zdroj: <https://virtualspeech.com/blog/degrees-of-freedom-vr>

Brýle s vlastností 6-DoF mohou vyžadovat speciální senzory zvané trackery. Tento senzor se přichytí na strop nebo stěnu místnosti a snímá pole, kde se uživatel s HMD pohybuje. Například čtyři senzory SteamVR Base Station 2.0 snímají plochu 10 m², nebo dva senzory 5 m². Na trhu je dnes k dispozici několik modelů HMD, které se liší různými parametry. Hlavními parametry jsou: [4]

- Počet obrazových bodů na délku palce. Dnešní panely dosahují hodnot kolem 500 dpi.
- Obnovovací frekvence a plynulost pohybu mají vliv na úroveň realističnosti. Je definována jako počet snímků, které displej promítne za jednu sekundu. Běžné displeje dnes dosahují 60 fps.
- Životnost baterie může ovlivnit, jak dlouho můžete zařízení obsluhovat.
- Zorné pole (Field of View) je obecně v rozmezí, čím větší zorné pole, tím ponořenější zážitek bude z VR.

Obrázek 7 HTC VIVE PRO s ovladači



Zdroj: Škoda Auto a. s.

3.3.4 Rukavice

Vytvoření prostředí, které vidíte, slyšíte a také cítíte, je velice obtížné. Základní princip virtuálního hmatu spočívá ve vytváření protitlaku na ruku, aby došlo k jeho detekci hmatovými orgány, které následně vyvolají pocit, jako bychom se skutečně dotýkali předmětu. Do skupiny nástrojů, které zajišťují tuto funkci, patří rukavice s dotykovou a silovou zpětnou vazbou. Tyto rukavice mohou pracovat na základě několika principů. Nejlépe se však osvědčila hmatová stimulace založená na principu soustavy miniaturních vzduchových polštářků, které lze velmi rychle nafouknout či vypustit. Rukavice jsou vyrobeny z lehkých materiálů, aby zbytečně neeliminovali uživatele. Rukavice mají dvě základní funkce, konkrétně informují PC o pohybu rukou, a rovněž poskytují zpětnou vazbu o vlastnostech prostoru a hmatové informace. [4]

Obrázek 8 Rukavice Manus VR



Zdroj: Škoda Auto a. s.

3.3.5 Oblek

Pro ještě větší zintenzivnění zážitku z virtuálního prostředí, vyvinula společnost Tesla studios speciální oblek pro virtuální realitu. Tento oblek je vyroben z neoprenu, aby co nejvíce přilnul k tělu uživatele a zároveň byl příjemný na nošení. Celý je vybaven řadou senzorů a propojen spleť 52 kanálů umožňující haptický hmat. Skrze něj jsme schopni vnímat doteky, vodu, teplo, chlad, vítr či údery. Tato technologie je však velmi nákladná a vzácná.

3.3.6 Pohybová platforma

Kromě brýlí, rukavic a obleku je na trhu možnost zakoupení pohybové platformy například „KATVR KAT WALK MINI“ viz obrázek 9. Díky této platformě se účastník může více ponořit do virtuální reality v kombinaci s již zmíněnými zařízeními. Tato platforma je všesměrová. Uskutečňuje pohyb a ovládání „Avatara“ o 360 stupňů, stejným pohybem jako uživatel na platformě. Technicky tento pohyb zprostředkovává běžecký pás. Tato technologie, umožňuje pohyb ve větším prostoru, než nám dovolují standartní stabilní senzory.

Obrázek 9 Pohyblivá platforma KATVR



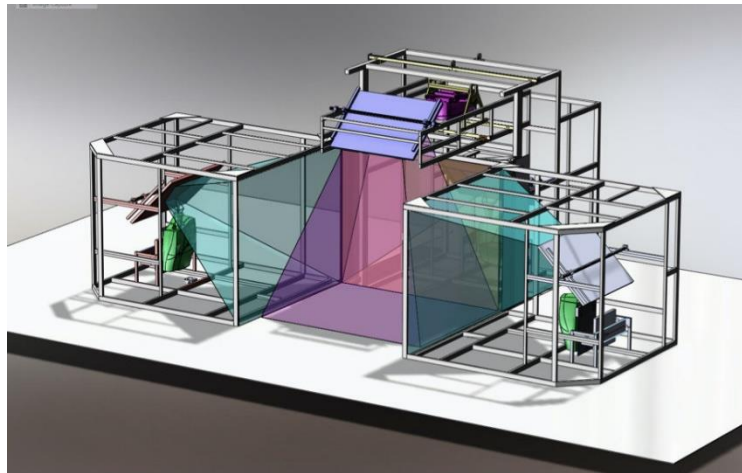
Zdroj: <https://www.kat-vr.com>

3.3.7 CAVE

Je zkratka anglického označení Cave Automatic Virtual Enviroment. CAVE je místnost tvořená stěnami, na které se pomocí několika projektorů promítají obrazy. Obrazy promítané na stěnách jsou stereoskopické a po nasazení brýlí přináší pocit reality. Osoba uvnitř CAVE musí mít na očích brýle se senzory kompatibilní s technologií stereoskopického obrazu. Velkou výhodou na rozdíl od virtuální reality používající HMD je skutečnost, že uživatel vidí své reálné okolí a tělo. tudíž se nemůže stát například, že uživatel zakopne o předmět, který nevidí. Obrazy promítané na stěnách jsou generovány velmi výkonnými

počítači, které zpracovávají signály ze senzorů zaznamenávající pozici uživatele a vykreslují obrazy promítané na stěny (obrázek 10).

Obrázek 10 CAVE



Zdroj: <https://vreducation.cz/virtualni-realita-historie-a-soucasnost/>

3.4 Platformy pro vývoj virtuální reality

Vývoj aplikací virtuální reality vyžaduje speciální softwarové nástroje, pomocí kterých je uživatel schopen se ponořit do virtuálního světa. Tyto softwarové nástroje můžeme rozdělit na software, kterým uživatel ovládá grafické rozhraní dané technologie např. spuštění aplikace, nebo nastavení ovladačů a připojení. Dalším důležitým nástrojem jsou platformy, pomocí nichž se daná aplikace vyvíjí.

3.4.1 3D modeling

Pro vykreslení objektů v trojrozměrném zobrazení je potřeba tyto objekty nejdříve vymodelovat. Ve 3D grafice je 3D modelování procesem vývoje matematické reprezentace libovolného povrchu objektu ve třech rozměrech pomocí specializovaného softwaru. Trojrozměrné modely představují fyzické tělo využívající soubor bodů ve 3D prostoru, spojených různými geometrickými entitami, jako jsou trojúhelníky, čáry, zakřivené povrchy atd. Jako soubor dat, 3D modely lze vytvořit ručně, algoritmicky (procedurální modelování) nebo skenováním. Jejich povrchy mohou být dále definovány mapováním textur. V první řadě jsou nejvíce používány CAD (Computer Aided design) systémy. Tvoří významný prostředek modelace na základě technické dokumentace. Mezi nejznámější CAD systémy řadíme Autodesk Inventor, Catia. Dále například Blender nebo Autodesk Maya jsou nejpoužívanější nástroje na tvoření animací.

3.4.2 Herní engine

Herní enginey jsou zásadní pro vývoj softwaru ve VR. Použití herního engine poskytnou výkonný editor pro programování 3D prvků a umožní definovat příslušnou herní logiku. Integrují se s nástroji pro 3D modelování a také se softwarem CAD, aby vám pomohly vytvářet realistické vizuály a zážitky.

Unreal Engine 4 je kompletní sada vývojových nástrojů pro každého, kdo pracuje s technologií v reálném čase. Dává tvůrcům napříč odvětvími svobodu a kontrolu při poskytování špičkové zábavy, působivých vizualizací a pohlcujících virtuálních světů.

Unity VR umožňuje cílit na zařízení virtuální reality přímo z Unity, bez jakýchkoli externích pluginů v projektech. Poskytuje základní API a sadu funkcí s kompatibilitou pro více zařízení. Byl navržen tak, aby poskytoval dopřednou kompatibilitu pro budoucí zařízení a software.

3.5 Virtuální realita v automobilovém průmyslu

Ve většině průmyslových odvětví včetně automobilového průmyslu je zavádění moderních technologií jedním z hlavních faktorů úspěchu na vysoce konkurenčních trzích.

Software pro virtuální realitu umožňuje snížit náklady na výzkum, vývoj a výrobu. Také umožní zvýšit prodej a minimalizovat rizika řízení tím, že přesune prototypování, předvádění a zkušební jízdy do virtuální sféry. V roce 2019 představoval celosvětový trh VR v automobilovém průmyslu hodnoty 760 milionů USD a podle prognóz by měl do roku 2027 vzrůst až na 14 miliard USD. Podle složené roční míry růstu (CAGR – Compound annual growth rate) o 45 %.

Virtuální realita (VR) je jednou z těchto technologií, která může automobilkám pomoci získat řadu významných výhod. VR umožňuje uživatelům volně manipulovat s trojrozměrnými objekty ve virtuálním prostředí prostřednictvím speciálního hardwaru, jak již bylo zmíněno v kapitole Technologie.

Největší podíl na celosvětovém trhu VR pro automobily má Severní Amerika a Evropa. Zatímco Tesla propaguje své vozy tím, že zákazníkům nabízí virtuální jízdy, společnost Ford Motor Company vyvíjí VR školicí nástroj pro zdokonalování dovedností svých techniků. V Evropě jsou německé automobilky i nadále vedoucím výrobcem automobilové VR. Volkswagen snižuje náklady na konstrukci pomocí virtuálního prototypování, BMW zvyšuje prodeje díky virtuálním showroomům a Audi zvyšuje bezpečnost výroby samořízzených vozů prováděním testů ve virtuální realitě. Klíčovými faktory rostoucí popularity automobilové VR jsou technologický pokrok a potřeba snižovat náklady na konstrukci. [8]

3.5.1 Design a prototypování

Konstrukce vozidla vyžaduje neustálé zlepšování, revize a testování. Proto při práci s fyzickými maketami dochází k častému vracení se k předchozím rozhodnutím nebo nekonečným úpravám, které obvykle výrazně zvyšují celkové náklady na projekt. Výrobci automobilů tak mohou vynaložit obrovské množství peněz, než bude určitý návrh konečně uveden do sériové výroby.

Proces návrhu je jednou z nejdražších a časově nejnáročnějších fází výroby automobilů. Pokaždé, když tým zahájí jakékoli úpravy fyzické makety, musí vytvořit nový model.

Konstruktéři automobilů pomocí virtuální reality mohou výrazně snížit náklady i čas projektu tím, že vizualizují exteriér a interiér vozidla virtuálně, místo aby vytvářeli novou

fyzickou maketu v poměru 1:1 pokaždé, když provedou nějaké změny na prototypu. Virtuální prototypování také zjednodušuje výzkum a vývoj, urychluje proces návrhu a snižuje počet úprav, čímž výrazně snižuje náklady na celý předvýrobní cyklus.

Kromě toho může tým konstruktérů realizovat úpravy exteriéru vozu v reálném čase pomocí virtuálních maket a modelovacích nástrojů. Virtuální realita otevírá výrobcům vozidel ještě širší možnosti. Nejtalentovanější automobiloví designéři z celého světa mohou spolupracovat na jedné maketě, i když se fyzicky nacházejí na různých kontinentech. [9]

3.5.2 Trénink zaměstnanců

Virtuální realita poskytuje široké možnosti pro školení zaměstnanců v automobilovém průmyslu. Většina výrobců automobilů používá k výcviku svých pracovníků při montáži konkrétních modelů automobilů přístup založený na pozorování.

Poté, co tito pracovníci projdou teoretickým školením, přistoupí k praxi pod dohledem odborníků. V této fázi se pracovníci mohou dopustit některých chyb a v důsledku toho způsobit poškození konkrétního modelu.

Virtuální realita umožňuje pracovníkům automobilových závodů učit se ve virtuálním prostředí a bezpečně dělat chyby. VR zefektivňuje celý proces školení a výrazně snižuje chybovost a náklady na proškolení zaměstnanců v podobě dílů a nástrojů. Uživatel může řídit nebo provádět údržbu virtuálního vozidla stejně jako u fyzického vozidla s výjimkou rizika zranění člověka a poškození vozidla. Pro zajištění lepších výsledků může aplikace VR obsahovat textové, vizuální a zvukové pokyny. Navíc, pokud jde o bezpečnost lidí, spoléhat se pouze na lektory nestačí. Při práci s těžkými součástmi automobilu, jako je motor, by měli odborníci dodržovat bezpečnostní pravidla, podle nichž musí postupovat.

VR umožňuje bezpečně postavit montážní specialisty do téměř jakékoli nebezpečné situace a naučit je, jak se správně chovat ve stresu a ohrožení života. Navíc některé VR operace jsou pro člověka mnohem lépe zapamatovatelné, než jakákoliv prezentace nebo návod. Existují studie, které potvrzují, že školení účastníci si zapamatují až o 30 % více. [12]

3.5.3 Virtuální showroomy

Oficiální prodejci automobilů mají obvykle k dispozici několik variant vozů. Málokdy tedy můžete vidět, jak bude váš budoucí vůz v určité barvě vypadat ve skutečnosti, dokud si jej nepřevzmete. Tento fakt platí pro exteriér i pro interiér vozu.

Prodejci často nabízejí online konfigurátory, které klientům umožňují přizpůsobit si model na webových stránkách a vidět plochý obrázek toho, jak bude tento vůz vypadat ve skutečnosti. 2D obrázky však poskytují nízkou úroveň realismu.

Dovoz většího počtu modelů do dealerství také není řešením, protože plocha budovy je omezená. Kromě toho se prodejci snaží vyhnout situaci, kdy další vozy zůstanou neprodané, protože výrobci automobilů pravidelně vydávají omlazené verze jednotlivých modelů. Díky VR odpadá nutnost pronajímat větší plochy a umisťovat mnoho vozů v dealerstvích. Virtuální showrooms lze snadno a rychle realizovat bez ohledu na velikost budovy, kterou si prodejce pronajímá.

Ve virtuálním prostředí si klienti mohou přizpůsobit jakýkoli model vozu tak, jak si ho hodlají koupit. Pomocí VR HMD a haptického zařízení budou moci virtuálně otevřít dveře vozu a usednout na místo řidiče.

Obrázek 11 VR showroom Audi



Zdroj: <https://www.audi.de/de/brand/de.html>

Pomocí VR si zákazníci mohou individuálně nakonfigurovat svůj vůz a ve virtuálním prostředí si prohlédnout každý detail a vybrat si z různých možností výbavy. To pozitivně ovlivňuje rozhodování zákazníků při nákupu, protože si mohou vyzkoušet, co se chystají koupit. Například automobilka Audi využívá ve svých dealerstvích technologii VR, aby zákazníkům poskytlo vysoce realistický zážitek z jejich individuálně přizpůsobeného vozidla. Řešení VR společnosti Audi umožňuje klientům virtuálně si prohlédnout svůj budoucí vůz ve 360 stupních se světelnými i zvukovými efekty. Kromě toho si pomocí virtuální reality mohou prohlédnout svá přizpůsobená vozidla za různých podmínek, například v denní době.

3.5.4 Autonomní vozidla

Samořízená auta udělala v posledních několika letech obrovský pokrok ve svém vývoji. Obří dodavatelé technologií, jako jsou Google a Uber, však stále pracují na zajištění vysoké úrovně bezpečnosti.

Na rozdíl od lidského řidiče musí mít autonomní vozy masivně předdefinované algoritmy, které vozidlům umožní zvládnout naprosto jakoukoli situaci. Navíc by se v těchto algoritmech měl vyskytovat jakýkoli faktor na silnici.

Je nemožné předem definovat scénáře jízdy pro autonomní vůz, protože jich existuje nekonečně mnoho. Jediný způsob, jak naučit samořízené vozidlo, jak se chovat v nebezpečných situacích, je nechat ho učit se jízdou a "zapamatovat si" každou situaci, se kterou se setká.

Proto, aby byl tento tréninkový proces efektivní, musí trvat roky. Výrobci automobilů mohou výrazně zkrátit dobu potřebnou k výcviku svých samořízených vozidel tím, že testovací software vybaví technologií virtuální reality. Testovací software je systém, který analyzuje dopravní scénáře a pomáhá vozu "pochopit", jak by se měl příště zachovat. Na základě široké škály technik a technologií, jako jsou interaktivní úpravy, import databází, transformace trojrozměrné geometrie, distribuované paralelní výpočty, vizualizace a modelování, testovací software rozpoznává a zapamatovává si podmínky na silnici. Dnešní testování samořiditelných automobilů se neobejde bez skutečného řidiče uvnitř, který by zajistil bezpečnost ostatních automobilů a chodců v případě nouze nebo jakékoli chyby systému. Díky VR propojené s testovacím softwarem není člověk na místě řidiče potřeba. Namísto ujetí stovek tisíc kilometrů mohou výrobci automobilů simulovat skutečné silniční podmínky ve virtuálním prostředí, což umožňuje testovacímu softwaru učit se mnohem rychleji, protože ve virtuálním prostředí automobil nepotřebuje palivo ani opravy.

Testování autonomních vozidel založené na virtuální realitě výrazně snižuje výdaje na palivo, plánované opravy nebo řidiče, který musí sledovat chování vozidla. Simulace provozu navíc zajišťují stoprocentní bezpečnost pro ostatní vozidla a chodce. Ve virtuálním prostředí lze bezpečně testovat samořízené vozy, aniž by byly ohroženy ostatní osoby a majetek. Ve virtuálním prostředí může systém autonomního vozidla bezpečně dělat chyby, jako je nabourávání jiných vozidel, a zapamatovat si tyto situace, aby se jim mohl vyhnout, jakmile se ocitne na skutečné silnici.

VR umožňuje výrobcům automobilů testovat jejich vozy za jakýchkoli povětrnostních podmínek a na jakémkoli místě. Tato technologie může výrobcům pomoci zajistit vysokou úroveň bezpečnosti jejich autonomních vozidel s nižšími náklady a kratším časem vývoje.

[8,9]

4. Vlastní práce

4.1 Virtuální realita ve Škoda Auto a.s.

Tato technologie ve společnosti Škoda Auto a.s. má velmi důležité využití a velký potenciál. S postupem času se stále rozvíjí a rozšiřuje do všech oblastí společnosti. Hlavní využití virtuální reality můžeme nalézt ve třech specifických oblastech. Jedna z oblastí je zaměřená primárně na zákazníka a její uživatel je převážně zákazník a prodejce v dealerské síti. Druhá oblast je zaměřená na trénink a školení zaměstnanců v tréninkových centrech a školících místnostech. Třetí oblast zaujímá místo ve výzkumu a vývoji. Jednotlivé oblasti se od sebe liší jak konečným uživatelem a jeho potřeb pro využívání virtuální reality, tak také použitým hardwarem a specifickými aplikacemi.

4.1.1 Virtuální realita zaměřená na zákazníka

Tato oblast vznikla s cílem více digitalizovat sekci prodeje a marketingu. Virtuální aplikace daly prodejcům a dovozcům vozů ŠKODA například příležitost sloužit svým zákazníkům i během pandemie covid-19.

Škoda Auto nabízí několik aplikací zaměřených na potřeby zákazníka. Jedna z nich je Virtuální Showroom. Tato webová aplikace zaměřená na dealerství nabízí zákazníkům možnost navštívit svého místního autorizovaného prodejce a umožňuje zákazníkovi prohlédnout si vozidlo 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. V této aplikaci lze také nakonfigurovat jakýkoliv model podle zákaznickovy fantazie a také se porozhlédnout po ploše dealerství. Všechny technické specifikace a informace o modelu jsou zákazníkovi představeny pomocí poutavých vizualizací. Aplikace má také za cíl sběr základních dat o zájmu zákazníka a taktéž nabízí využití těchto nástrojů platformy:

- 3D virtuální prohlídka
- Datová analytika
- Audio, video, chat
- Interaktivní štítky a odkazy na e-shop
- Interakce API (napojení na konfigurátor)

Obrázek 12 Virtuální Showroom



Zdroj: Škoda Auto a. s.

4.1.2 Virtuální realita zaměřená na zaměstnance

Škoda Auto rovněž využívá virtuální realitu k zapracování svých zaměstnanců v tréninkových centrech. Tréninkové centrum je místo, kde se interní i agenturní zaměstnanci školí a trénují pro specifické činnosti a dovednosti týkajících se jejich práce. Tréninková centra jsou zaměřena na trénování zaměstnanců na pracovní pozice ve výrobních provozech jako svařovna, lakovna, montáž, logistika a další. Jedním z velice účinných nástrojů na zaškolování zaměstnanců je právě virtuální realita. Tréninkové moduly vytvořené ve virtuální realitě simulují identické pracovní postupy pro osvojení základních pracovních dovedností zaměstnance.

Ve Škoda Auto je nyní 5 tréninkových center, které disponují virtuálním tréninkem. Každé z nich je přesně zaměřené na specifickou oblast.

Virtuální trénink na E-mobilitu, PHEV:

Školení E-mobility je vybaveno na výuku a rozpoznání základních částí elektrického vozu (BEV) Enyaq iV. Dále seznamuje účastníky tréninku s tokem proudů, parametry vozu Enyaq iV a vysokonapěťovými konektory a vodiči. Toto školení ve virtuální realitě je připraveno pro 1-6 účastníků, přičemž při plné kapacitě tohoto školení jsou 2 účastníci vybaveni aktivním headsetem a zbylí 4 účastníci jsou vybaveni pasivním headsetem.

Virtuální trénink PHEV je založen na podobném principu. Účastník se učí zapojit jednotlivé součástky do vozu PHEV (plug-in hybrid vehicle).

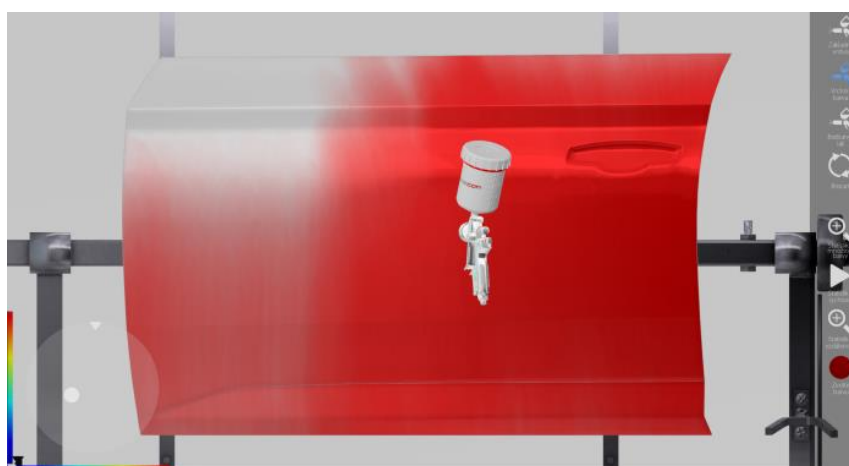
Virtuální trénink pro logistiku:

Trénink probíhá v místnosti, kde se nachází technika vhodná k proškolení zaměstnance na řízení vozíků používaných v logistice na přepravu materiálu. Účastník se naučí manévrovat s vozíkem, vysokozdvížným vozíkem a materiálem. Cílem tréninku je připravit zaměstnance na práci v reálném provozu a naučit ho manipulaci s vozíkem a materiálem s důrazem na dodržování bezpečnostních pokynů a norem. Vybavení pro tento virtuální trénink obsahuje PC sestavy, headset, senzory, volant, pedály a joystick pro ovládání dalších funkcí. Po skončení tréninku se následně zobrazí režim vyhodnocení. Účastník je seznámen s chybami, kterých se při tréninku dopustil.

Virtuální trénink pro lakovnu:

V tréninkovém centru lakovny probíhá příprava na lakýrnické práce. Virtuální trénink zde slouží k přípravě účastníků na trénink praktický. Příprava se skládá z nanášení vrstev laku na konkrétní materiál nebo díl. Tento virtuální trénink je možný provést dvěma způsoby. První způsob zahrnuje headset a skutečnou lakovací pistoli osazenou senzory, která je připojena pomocí USB kabelu do PC. Druhý způsob je v režimu 2D a účastník pracuje s lakovací pistolí a televizorem, který je také osazen senzory a snímá dobu a vzdálenost stříku z pistole na zobrazovaný materiál v televizoru. Po skončení tréninku se následně zobrazí režim vyhodnocení. Účastník je seznámen a poučen chybami, které při tréninku způsobil. Je zde graficky vyhodnocováno např. optimální vrstva laku na daném dílu a stejně tak jakékoliv stékání barvy. (Obrázek 13)

Obrázek 13 Virtuální trénink lakovna

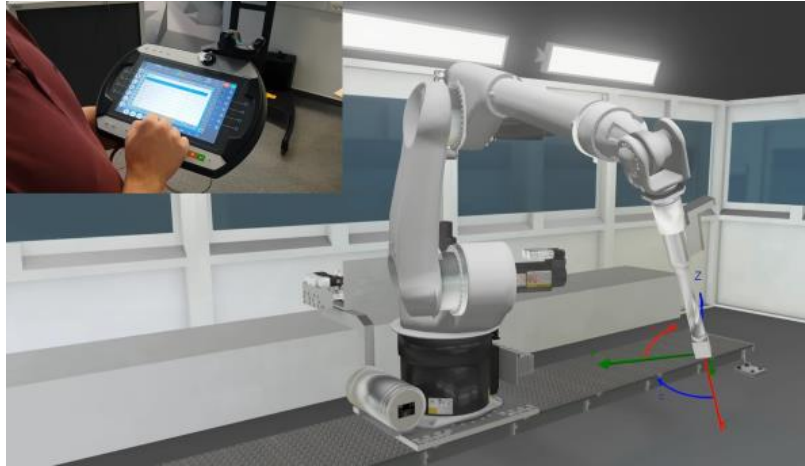


Zdroj: Škoda Auto

Trénink je také zaměřen na výuku obsluhy robota a ovládání lakovacích robotů pomocí řídicího panelu. Cílem tohoto tréninku je seznámení se základním pohybem robotů

v jednotlivých osách a řešení kolizních situací a zdokonalení se v nastartování, ovládání, kalibrování, seřizování, dále v údržbě, výměně komponentů, výměně ochranných dílů a v rozpoznávání závad na robotech.

Obrázek 14 Virtuální trénink robotů



Zdroj: <https://www.edgecom.eu/virtual-training>

Virtuální trénink kvality:

Tento trénink je zaměřený na kontrolu a kvalitu vozu. Účastníci jsou zde seznámeni s procesem kontroly vozu. V tréninku je kladen důraz na hledání vizuálních i zvukových závad vozu a hledání nesrovnalostí.

Technologie VR mohou být použité také v průmyslu 4.0. Průmysl 4.0 neboli čtvrtá průmyslová revoluce představuje zvýšení propojitelnosti a chytré automatizace. Součástí této fáze průmyslových změn je spojení technologií jako je umělá inteligence, editace genů, pokročilá robotika, která stírá hranice mezi fyzickým, digitálním a biologickým světem. Tato revoluce představuje novou etapu v organizaci a kontrole průmyslu. Aplikace virtuální reality v průmyslu 4.0 lze sestavit na přesné simulace produktů, procesů nebo výrobních závodů, aby byl viděn jejich provoz z přímého pohledu. Projekty v průmyslu 4.0 vyžadují propojení mezi všemi systémy moderních strojů prostřednictvím integrovaných datových řetězců a tyto vazby slouží mimo jiné pro monitorování provozních stavů a sdílení virtuálních modelů ve vývojovém cyklu, přičemž oba lze vizualizovat prostřednictvím virtuální reality. Příkladem této aplikace může být forma digitálního dvojčete (digital twin), které bude zobrazovat aktuální data a reálný model kdekoli na světě pomocí VR. Nástroj tohoto typu může být použit třeba na lisu nebo CNC stroje. [11]

4.2 Dotazníkové šetření

V rámci výzkumu práce byla zvolena jedna z kvantitativních metod výzkumu, dotazníkové šetření. Tato metoda byla vybrána ke sběru dat v širším okruhu respondentů, kteří byli k tomuto účelu osloveni.

Ve společnosti Škoda Auto a. s. bylo provedeno polostrukturované dotazníkové šetření, ve kterém respondenti odpovídali na 16 otázek. Celkově 4 z těchto otázek byly statistické formy na zjištění pohlaví (graf č. 1), věku (graf č. 2), dosaženého vzdělání (graf č. 3) a jejich pracovní oblasti ve firmě (graf č. 4). Zbýlých 12 otázek se týkalo tématu této bakalářské práce, přičemž poslední otázka byla otevřeného typu. Otázky byly zaměřené například na používání VR v práci, ověření znalostí VR technologií nebo také možné nežádoucí účinky na organismus při práci s VR. Z celkového počtu oslovených zaměstnanců, bylo odesláno celkem 91 vyplněných dotazníků.

Zdrojem pro analýzu informací ve výzkumné části byl dotazník sestaven v online nástroji Microsoft Forms. Po absolvování virtuálního tréninku byl respondentovi odeslán odkaz k vyplnění dotazníku na jeho pracovní emailovou adresu. Respondent byl v části oslovení před zahájením dotazníku upozorněn na zcela anonymní vyhodnocení dotazníku. Průzkum probíhal v období od 5.1.2022 do 25.2.2022.

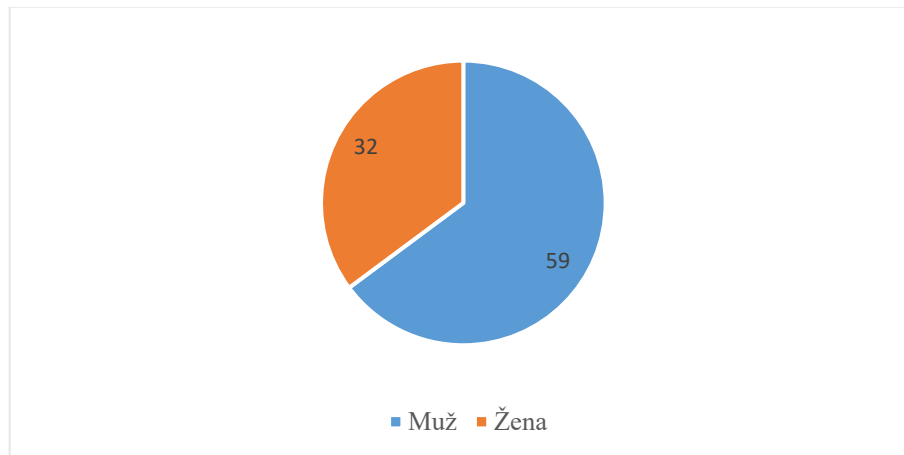
Dotazníkové šetření zároveň hodnotí dojmy a zpětnou vazbu zaměstnanců z virtuálního tréninku, kterým prošli, anebo se přímo setkávají s nástroji virtuální reality na svém pracovišti. Získáme tak jejich názor a postoje k používání virtuální reality na pracovišti. Dále jsou zkoumány znalosti respondentů v oblasti IT technologií.

Následující část práce bude zaměřena na vyhodnocení a rozbor výsledků. Kvantitativní a kvalitativní analýza dat byla vyhodnocena pomocí statistických metod četnosti zobrazené graficky grafy a kontingenčními tabulkami.

4.2.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření

1) Otázka: Jaké je Vaše pohlaví?

Graf 1 Pohlaví respondentů

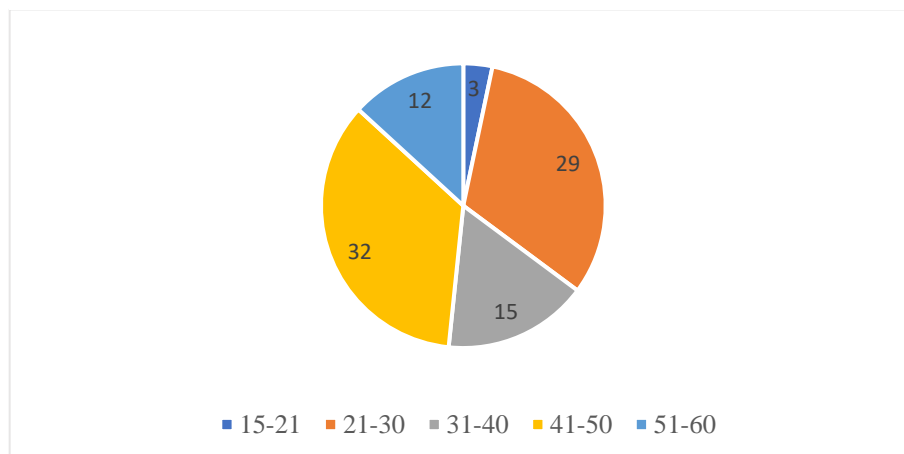


Zdroj: Vlastní šetření

Tato otázka je identifikačního typu. Virtuálního tréninku se účastnilo více mužů (65 %) než žen (35 %).

2) Otázka: Do jaké skupiny spadá Váš věk?

Graf 2 Věk respondentů

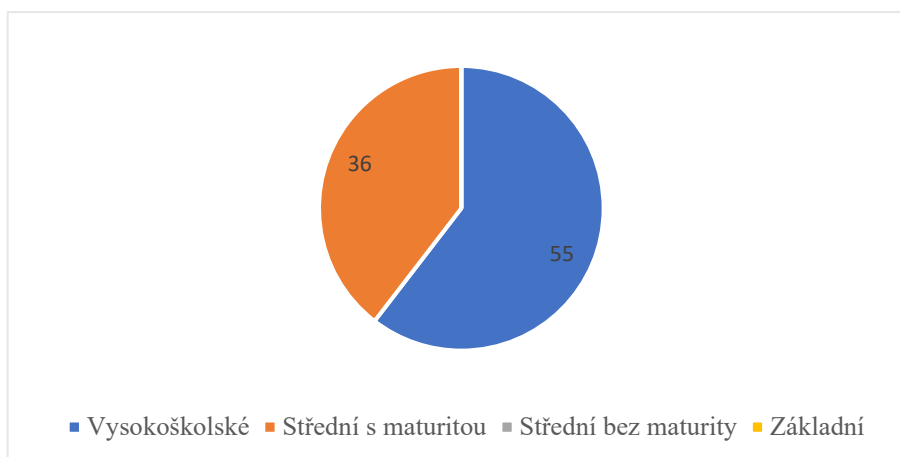


Zdroj: Vlastní šetření

Nejpočetnější věková skupina účastníků byla v rozmezí 41 až 50 let. Dále byl velký počet účastníků ve věkovém rozmezí 21 až 30 let. Průměrný věk všech účastníků je 37,5.

3) Otázka: Jaké je Vaše dosažené vzdělání?

Graf 3 Dosažené vzdělání respondentů

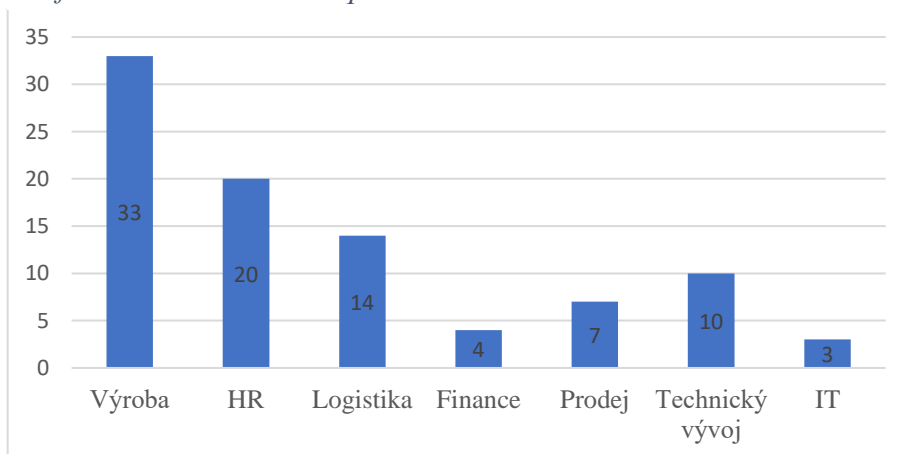


Zdroj: Vlastní šetření

Tréninku se účastnili pouze účastníci s vysokoškolským vzděláním a středním vzděláním s maturitou. Zaměstnanci se středním vzděláním bez maturity nebo základním vzděláním se tréninku doposud nezúčastnili.

4) Otázka: Do které oblasti spadá vaše pracovní zaměření

Graf 4 Pracovní oblast respondentů

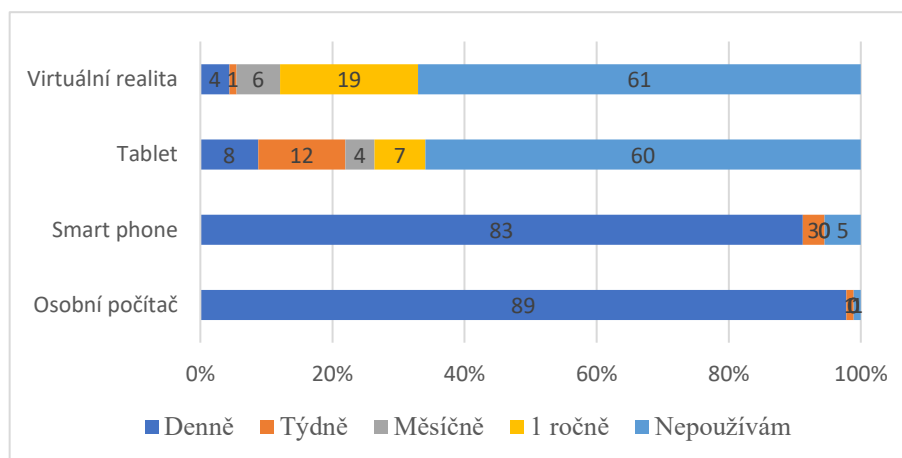


Zdroj: Vlastní šetření

Virtuálního tréninku se nejvíce účastnili zaměstnanci z přímé i nepřímé oblasti výroby. Často se účastnili také zaměstnanci z HR (human resources). V technickém vývoji se VR často používá při vývoji a návrhu automobilů.

5) Otázka: Vyberte IT zařízení, které nejvíce používáte v práci v závislosti na čase.

Graf 5 Používání zařízení v práci

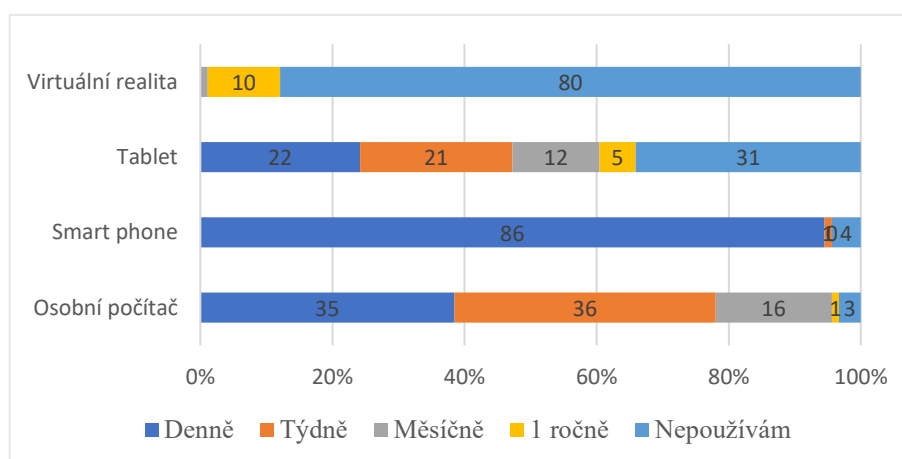


Zdroj: Vlastní šetření

Mezi nejpoužívanější technologické zařízení v pracovní náplni na denní bázi je osobní počítač a smart phone. Virtuální realita se také začíná častěji využívat. Přibližně 20 % respondentů uvedlo, že VR používá přibližně alespoň jednou ročně a zhruba 10 % zaměstnanců používá virtuální realitu několikrát do měsíce. Méně než 5 % zaměstnanců používá VR při denní pracovní náplni.

6) Otázka: Vyberte IT zařízení, které doma nejvíce používáte v závislosti na čase.

Graf 6 Používání zařízení doma



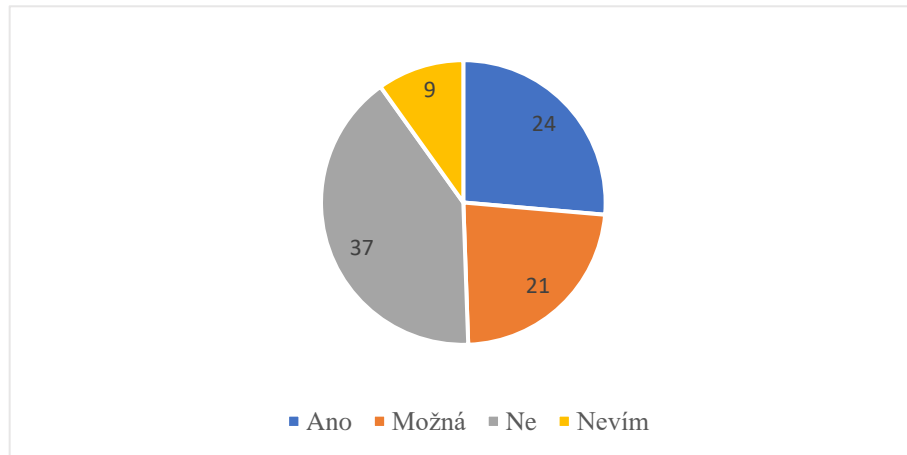
Zdroj: Vlastní šetření

Nejpoužívanější zařízení mimo pracovní prostředí tvoří jednoznačně chytré telefony. Více než 90 % respondentů uvedlo, že smart phone používá každý den. Oproti tomu virtuální

realita není často používané zařízení v domácnostech. Pouze 12 % respondentů uvedlo, že používá VR několikrát ročně.

7) Otázka: Umíte popsat funkcionality virtuální reality a definovat rozdíly mezi VR a AR?

Graf 7 Definice virtuální reality

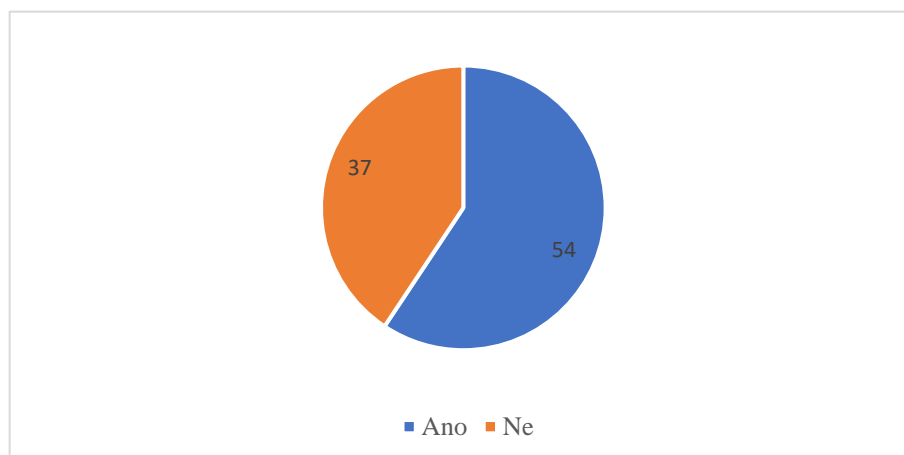


Zdroj: Vlastní šetření

Zhruba čtvrtina uživatelů uvedlo, že umí přesně definovat funkcionality virtuální reality a je pokročilejším uživatelem. 23 % respondentů dokáže částečně definovat VR a její funkcionality. Na druhou stranu většina uživatelů (41 %) zatím nedokáže definovat funkcionality VR a není schopná definovat rozdíly mezi VR a AR. 10 % respondentů si není jistých, zda jsou schopni definovat VR.

8) Otázka: Setkali jste se s virtuální realitou v pracovním prostředí?

Graf 8 VR v pracovním prostředí



Zdroj: Vlastní šetření

Šestina respondentů se již dříve setkala s virtuální realitou v pracovním prostředí. Zde je vidět důraz na rozšíření VR v automobilce a rozšíření mezi zaměstnance. Počet pracovní spolupráce s VR se bude postupem času zvětšovat. Následující kontingenční tabulce jsou zobrazeny počty zaměstnanců z daných oblastí, kteří se s VR v práci setkali. Nejčastěji v oblastech financí a IT.

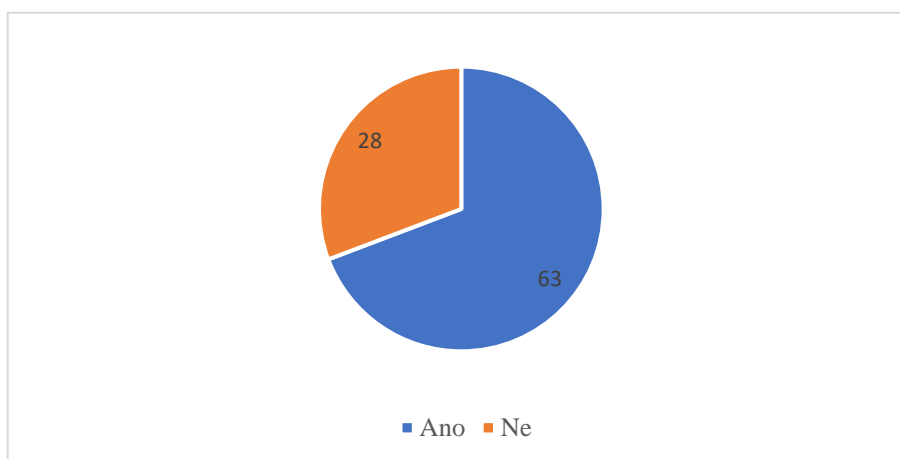
Tabulka 1 Setkání s VR v práci

Pracovní oblast a počet odpovědí	Setkání s VR v dané pracovní oblasti	Podíl
Finance (4)	4	100 %
HR (20)	13	65 %
IT (3)	3	100 %
Logistika (14)	9	64 %
Prodej (7)	3	43 %
Technický vývoj (10)	6	60 %
Výroba (33)	16	48 %
Celkový součet	54	59 %

Zdroj: Vlastní šetření

9) Otázka: Setkali jste se s virtuální realitou mimo pracovní prostředí?

Graf 9 VR mimo pracovní prostředí

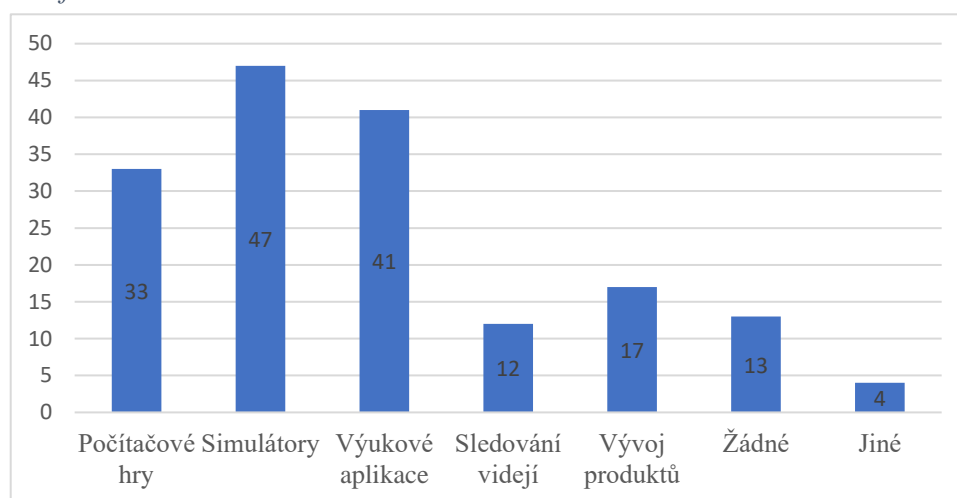


Zdroj: Vlastní šetření

Většina respondentů (69 %) se setkala s VR mimo pracovní prostředí. Ve srovnání s předchozí otázkou můžeme vidět větší podíl interakcí s VR mimo pracovní prostředí. Tento výsledek může být následkem komercializace a propagace v herním a zábavném průmyslu zejména v minulých letech.

10) Otázka: V jaké podobě jste se setkali s virtuální realitou?

Graf 10 Setkání s VR

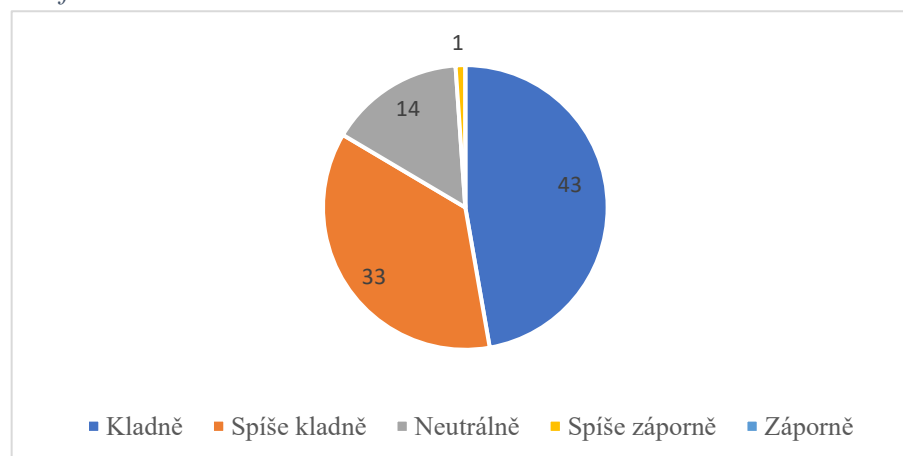


Zdroj: Vlastní šetření

Mezi nejpoužívanější formy virtuální reality patří simulátory a výukové aplikace. Respondenti také uvádějí, že se s VR setkali i při hraní počítačových her, při vývoji produktů v pracovní náplni a sledování videjí. Respondenti doplnili otevřené odpovědi o: VR na autosalonech a sledování počítačových her.

11) Otázka: Jak vnímáte virtuální realitu?

Graf 11 Vnímání VR

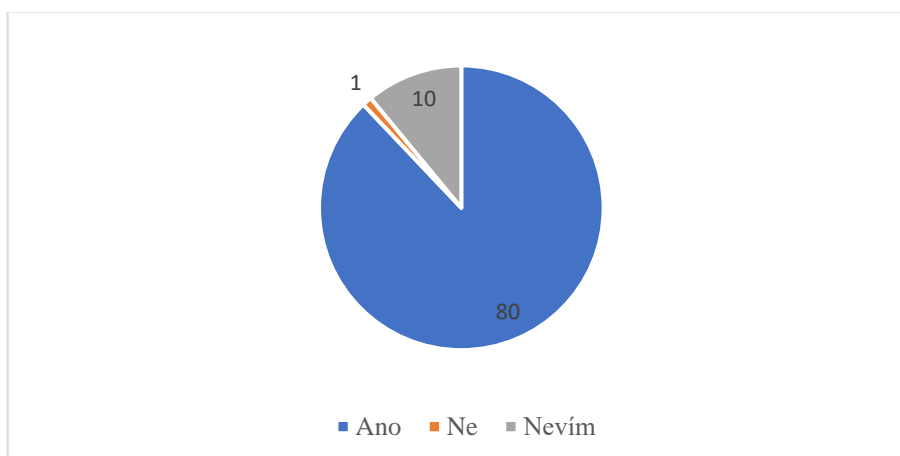


Zdroj: Vlastní šetření

Virtuální realita je vnímána převážně kladně. 16 % respondentů má k VR neutrální postoj. Neutrální postoj může být důsledkem negativních účinků na organismus, viz otázka č. 14.

12) Otázka: Myslíte, že virtuální realita je v automobilovém průmyslu užitečný nástroj?

Graf 12 VR v automobilovém průmyslu

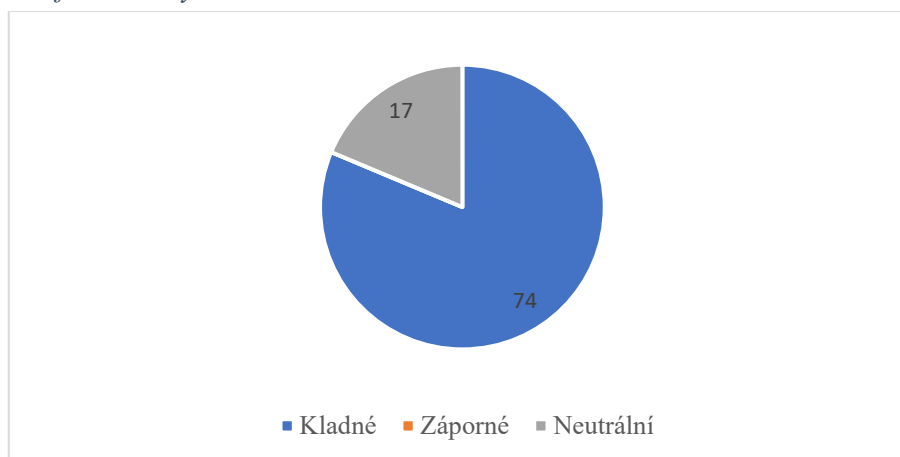


Zdroj: Vlastní šetření

Většina respondentů je přesvědčena, že VR je užitečný nástroj v automobilovém průmyslu a zaměstnanci jsou s tímto nástrojem spokojeni. Desetina respondentů má neutrální názor na VR a jeho funkcionality nevidí jako efektivní nástroj v automobilovém průmyslu.

13) Otázka: Jaké pocity ve Vás zanechal virtuální trénink?

Graf 13 Pocity z VR tréninku

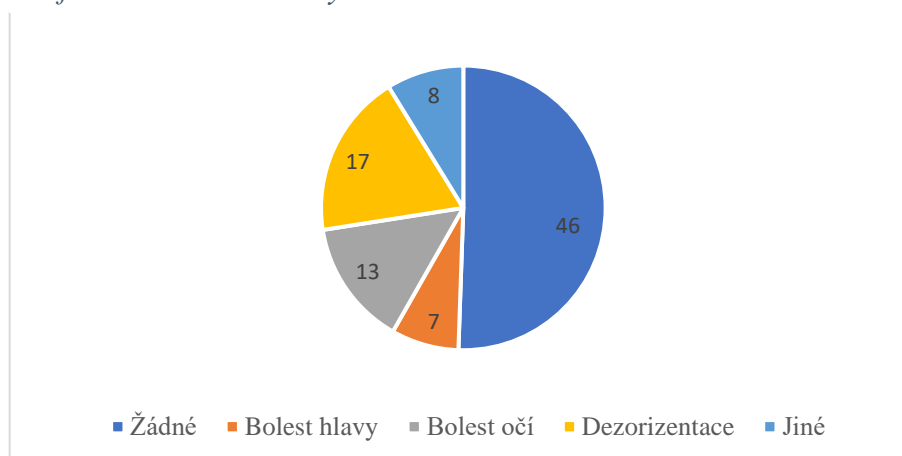


Zdroj: Vlastní šetření

Ovládání virtuálního tréninku zanechal v účastnících převážně (80 %) kladné pocity. Pětina účastníků odcházela z VR tréninku s neutrálními pocity. Nebyli nadšení ani zklamání z technologie, možná na jejich organismu zanechal VR trénink některý z negativních účinků. Ani jeden účastník nebyl s VR tréninkem nespokojený.

14) Otázka: Pociťujete vlivem virtuální reality nežádoucí účinky na organismus?

Graf 14 Nežádoucí účinky



Zdroj: Vlastní šetření

Polovina účastníků po virtuálním tréninku zaznamenala nežádoucí účinky na jejich organismus, např.: dezorientace, bolesti hlavy a očí. Dále pak jednotliví účastníci uvedli v otevřené odpovědi: závratě, snížené vnímání a nevolnost. Byl zjištěn exponenciální růst počtu negativních vlivů na organismus se zvyšujícím se věkem zaměstnanců. Více jsou tyto vlivy patrné u žen napříč všemi věkovými kategoriemi bez jasného vědeckého odůvodnění.

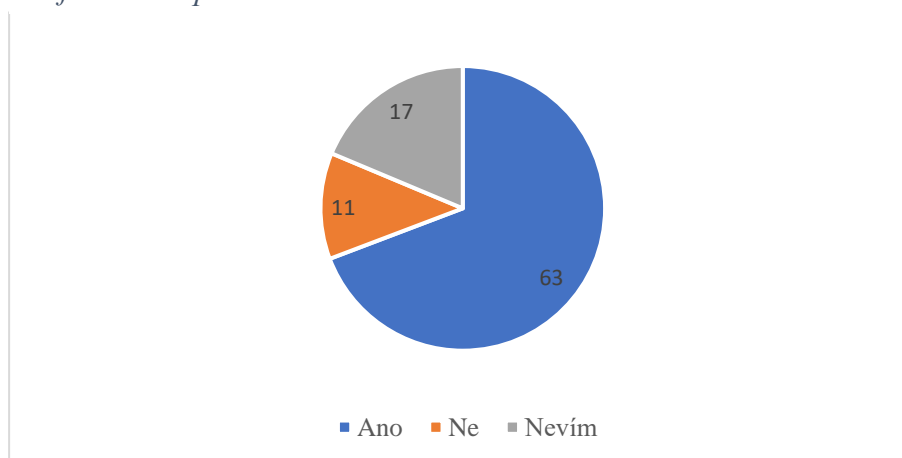
Tabulka 2 Negativní vliv na organismus

Věk a pohlaví	Celkem odpovědí	Negativní vliv na organismus	Podíl
21-30	29	11	38 %
Muž	17	5	29 %
Žena	12	6	50 %
31-40	15	7	47 %
Muž	13	6	46 %
Žena	2	1	50 %
41-50	32	18	56 %
Muž	20	10	50 %
Žena	12	8	67 %
51-60	12	6	50 %
Muž	7	2	29 %
Žena	5	4	80 %
Celkový součet	91	42	46 %

Zdroj: Vlastní šetření

15) Otázka: Máte zájem pracovat či vzdělávat se pomocí virtuální reality?

Graf 15 Další používání VR



Zdroj: Vlastní šetření

Většina respondentů (69 %) uvedlo, že má zájem pracovat a vzdělávat se ve virtuálním prostředí. Pětina respondentů uvedlo, že si není jistá, zda chce v budoucnu pracovat s VR. Jedenáct účastníků uvedlo, že se nechce dále setkávat s VR. Zde je vidět převažující zájem o spolupráci a další rozvíjení se s technologiemi VR. Největší zájem byl zaznamenán u respondentů z oblasti IT a technického vývoje, kde je tato technologie používána v největším měřítku.

Tabulka 3 Zájem o VR technologie

Pracovní oblast a počet odpovědí	Počet respondentů se zájmem	Podíl
Finance (4)	3	75 %
HR (20)	12	60 %
IT (3)	3	100 %
Logistika (14)	11	79 %
Prodej (7)	4	57 %
Technický vývoj (10)	9	90 %
Výroba (33)	21	64 %
Celkový součet (91)	63	69 %

Zdroj: Vlastní šetření

16) Otázka: Jaký je váš názor na virtuální trénink?

Respondenti zanechali v dotazníku tyto volné odpovědi. Zaznělo např.: “Je to zajímavé a příjemné doplnění a obohacení klasických metod. Laicky si nemyslím, že by VR měla hrát při tréninku (školení) primární roli. Dovede však příjemně oživit, pomůže pochopit. Nerad bych jí za sebe ale viděl jako náhražku reálného světa. Nemyslím si, že bychom se jako lidé

měli orientovat pouze na vizuální stránku věci (VR realitu) vše musíme chápat v kontextu vnímání celým prožitkem. Nejen omezeným vhladem přes "lepší televizi" - VR realitu.", "Může mít velký přínos a rozšířit znalosti.", "Virtuální realita značně obohacuje trénink a ve výsledku má pozitivní vliv na zážitek člověka. Lepší, než neustálá teorie je vhodná edukace virtuální, kdy má člověk pocit, že se vše opravdu děje. Lépe si i uchová získané poznatky."

Z těchto přímých odpovědí vyplývají pozitivní reakce od účastníků tréninku. Například se často opakuje kladný názor jako je aktivní účast při tréninku, místo pasivní nebo také velké zpestření.

4.3 Kalkulace nákladů

Kalkulace nákladů a úspor byla vypočtena na základě dat z virtuálního tréninku a praktického tréninku lakovny ve společnosti Škoda Auto a.s. Oba tyto tréninky jsou zaměřeny na ovládání lakovacích robotů a cílem těchto tréninků je zdokonalit: nastartování, ovládání, kalibrování, seřizování, údržbu, výměnu komponentů, výměnu ochranných dílů a rozpoznávání závad na robotech. Kalkulace představují předběžné určení a následné zjištění jednotlivých cenových položek, které nacházejí uplatnění v představených trénincích pro zaměstnance. V kalkulaci byly zahrnuty veškeré přímé náklady obsahující vybavení potřebné na provádění těchto tréninků a s nimi spojené náklady na údržbu, servis, náhradní díly a jiný spotřební materiál. Nejsou zde zahrnuty například mzdy školitelů/trenérů a další nepřímé náklady, např. elektrická energie. Kalkulované náklady a úspory jsou vyobrazené v obchodované měně euro, přepočtené na kalkulační jednici kusy.

4.3.1 Kalkulace praktického tréninku

Praktický trénink zahrnuje vybavení pro obsluhu daného robota a nástroje na jeho údržbu. Toto vybavení se skládá ze samotného robota, robotické buňky, ovládacího panelu, komponentů na robota a nástroje na seřizování a servis. Nejpoužívanější roboti v lakovně jsou od značek DURR a KUKA.

Tabulka 4 Kalkulace praktického tréninku

Položka	Počet ks	EUR / 1 ks	Celkem
Vybavení celkem			45 000 €
Robotický ovladač	1	5 000 €	5 000 €
Robot KUKA	1	40 000 €	40 000 €
Náhradní díly na roboty	1	2 000 €	2 000 €
Materiál celkem			1 850 €
Další díly	1	500	500 €
Ucpané trysky	5	500 €	2 500 €
Rotační zvonky	5	150 €	750 €
Přívody vzduchu	1	50 €	50 €
Přívody barvy	10	20 €	200 €
Ložiska	5	100 €	500 €
Služby celkem			2 000 €
Údržba	1		2 000 €
Celkem			52 000 €

Zdroj: Vlastní šetření

Náklady na zřízení a provoz virtuálního tréninku na jeden kalendářní rok je potřeba vynaložit částku alespoň 52 000 eur. Tato výsledná částka se skládá z cen za vybavení nutného na provoz tréninku, nákladů na spotřebovaný materiál a cen za služby. Nejvyšší částka 45 000 eur je nutná na vynaložení na pořízení samotného vybavení. Jedná se o pořízení robota značky KUKA za 40 000 eur včetně instalace. Dále pak robotický ovladač používaný k ovládnutí robota za 5 000 eur. Náklady na materiál a výměnu dílů robota činí 5 000 eur ročně. Zde je nutné podotknout, že robot prochází mnohem vyšší zátěží, než v samotném výrobním procesu a je tak více náchylný na opotřebení. Účastníci tréninku se učí vyměnit díly a materiál na robotech, a tak dochází k častějšímu opotřebení těchto dílů. Tyto operace vedou k jejich častější náhradě. Dále pak hraje roli pravidelný servis od výrobce robota, avšak ten je součástí hromadného servisu robotů v celém výrobním závodě.

4.3.2 Kalkulace virtuálního tréninku

VR trénink probíhá v uzavřené místnosti tréninkového centra s patřičným vybavením (obrázek 14). Vybavení VR tréninku se skládá z klasického vybavení na provoz VR techniky (viz kapitola technologie), ale také ze speciálního vybavení jako je reálný ovládací panel (viz

obrázek 16). Společně s tímto vybavením dokáže uživatel ovládat základní pohyby robota v robotické buňce.

Obrázek 15 Stanice VR tréninku lakovna



Zdroj: Škoda Auto a. s.

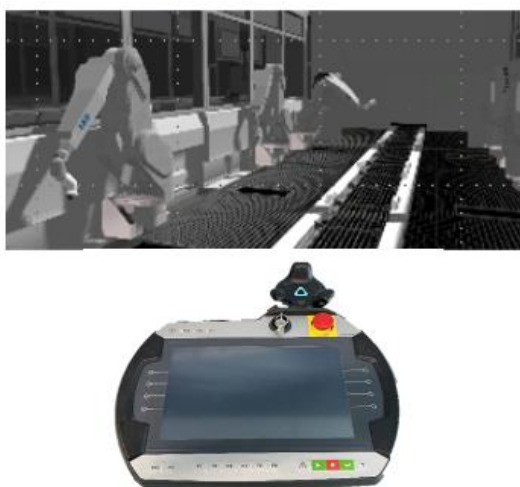
Tabulka 5 Kalkulace virtuálního tréninku

Položka	Počet ks	EUR / 1 KS	Celkem
Vybavení celkem			15 200 €
Head set HTC vive pro 2	1	1 230 €	1 230 €
Televizor Iiyama prolite	1	4 100 €	4 100 €
Stojan na TV	1	450 €	450 €
PC sestava	1	2 050 €	2 050 €
Senzory	2	100 €	200 €
Nabíjecí stanice	1	25 €	25 €
Router	1	85 €	85 €
Power bank	1	60 €	60 €
Robotický ovladač	1	7 000 €	7 000 €
Služby celkem			5 050 €
Roční údržba	1	1 250 €	1 250 €
Licence	1	1 750 €	1 750 €
VTS software	1	2 050 €	2 050 €
Celkem			20 250 €

Zdroj: Vlastní šetření

Náklady na zřízení a provoz virtuálního tréninku (obrázek 15) na jeden kalendářní rok je potřeba vynaložit částku alespoň 20 250 eur. Tato konečná částka se skládá z pořizovacích cen veškerého vybavení nutného k provozu virtuálního tréninku, ale také částky za licenci a software. Celkem za vybavení, licence a software musí být vynaloženo alespoň 15 250 eur (viz tabulka 2). Konečná celková kalkulační cena 20 250 eur zahrnuje také roční poplatek 1 250 eur, který se vztahuje na údržbu, aktualizaci softwaru a záruku na vybavení. Je nutné podotknout, že Škoda Auto a.s. provozuje více virtuálních tréninků, a tak jsou ceny služeb přepočítané na pouze jeden virtuální trénink.

Obrázek 16 Ovladač robota a virtuální prostředí



Zdroj: Škoda Auto a.s.

4.3.3 Zhodnocení a shrnutí kalkulací

Když porovnáme dané kalkulace mezi sebou, získáme jednoznačně jasný výsledek. Virtuální trénink se ukázal jako cenově výhodnější než trénink praktický. Finální úspora využívání virtuálního tréninku činí 31 750 eur.

Největší rozdíly nastaly v porovnání nákladů na pořízení vybavení pro provoz tréninku a nákladů na výměnu dílů. Nákup průmyslových robotů na zaškolování zaměstnanců je velmi nákladný, jelikož se jedná stále o velmi drahou technologii. Tím že virtuální realita umožňuje trénink zaměstnanců ve virtuálním prostředí, které je zprostředkováno výpočetní technikou a výukovou aplikací, nese tento způsob tréninku značné úspory v nákupu vybavení.

Používáním VR vznikají úspory i v oblasti spotřeby materiálu a výměně náhradních dílů. V porovnání s praktickým tréninkem ve virtuálním prostředí nedochází k fyzickému opotřebení vybavení ani vstupu reálného materiálu, což znamená nulové náklady na opakované trénování zaměstnanců bez ohledu na četnost tréninku a počet účastníků.

Dále také u VR nehraje roli hrozící technická závada či bezpečnostní rizika. Zejména tyto dva faktory přináší virtuálnímu tréninku značnou výhodu. V obou případech může nastat v praktickém tréninku škoda za statisíce euro, v horším případě i ohrožení zdraví účastníků tréninku.

Z dlouhodobého hlediska úspora přichází také v oblasti údržby, ačkoliv oba typy vyžadují údržbu daného vybavení od dodavatele.

5. Výsledky a diskuse

Kapitola výsledky a diskuse obsahuje shrnutí dosažených výsledků kalkulací nákladů a úspor virtuálního tréninku v automobilce Škoda Auto, a v neposlední řadě vyhodnocení dotazníkového šetření.

Z výsledků dotazníkového šetření je patrné, že VR se velmi rozšířila do automobilového průmyslu a má kladné ohlasy mezi zaměstnanci Škoda Auto. Přesněji se do dotazníkového šetření zapojilo 59 mužů a 32 žen, převážně s vysokoškolským vzděláním a průměrným věkem 37,5 let. Nejvíce respondentů uvedlo, že pracuje v oblasti výroby, což odpovídá největšímu podílu zaměstnanců pracujících v této oblasti. Zaměstnanci taktéž uvedli, že každý den pracují s osobním počítačem a smartphonem, navíc VR používá alespoň třetina dotazovaných. Naopak mimo pracovní prostředí VR používá pouze 12 % dotazovaných. Tento údaj potvrzuje, že VR nachází stále více uplatnění v automobilovém průmyslu. Zhruba polovina respondentů uvedla, že umí popsat funkce a principy VR. V pracovním prostředí se 59 % respondentů setkalo s VR a 69 % respondentů se setkalo alespoň jednou s VR mimo pracovní prostředí. Respondenti často uvedli, že se setkali s VR v podobě simulátorů, počítačových her, anebo právě výukových aplikací a při vývoji produktů často používaných v automobilovém průmyslu. Zhruba čtyři pětiny respondentů kladně vnímá VR a 9 z 10 respondentů má pocit, že VR je užitečný nástroj v automobilovém průmyslu. Přímo 69 % dotazovaných uvedlo, že by se ve VR dále rozvíjeli a vzdělávali, což je velmi důležitý faktor pro další implementaci VR ve společnosti. Respondenti zanechávali také převážně kladné otevřené odpovědi, například se několikrát v odpovědích opakovaly přínosy VR a oživení klasického tréninku. Skvěle to shrnuje odpověď jednoho z respondentů, citováno: „Jde o skvělý způsob, jak něco názorně ukázat a vyhnout se tím třeba i případným obrovským nákladům. To se týká asi hlavně technického vývoje, kde je oproti virtuální realitě výroba skutečných hmotných modelů mnohem nákladnější na čas i další prostředky.“

Při srovnání a kalkulaci nákladů bylo dosaženo vyčíslení značné úspory při použití virtuálního tréninku oproti praktickému. Tato úspora se projevila např. v oblasti pořízení vybavení, kde obdobný trénink ve VR lze pořídít mnohem levněji než nákup vybavení zejména robotů na provoz praktického tréninku. Dále se úspora projeví v absenci fyzického opotřebení, výměně náhradních dílů a spotřebě materiálu, jelikož ve virtuálním prostředí není zapotřebí těchto fyzických vstupů (tabulka 6).

Tabulka 6 Porovnání kalkulací

Virtuální trénink		Praktický trénink	
Položka	Celkem	Položka	Celkem
Vybavení	15 200 €	Vybavení	45 000 €
Materiál	- €	Materiál	5 000 €
Služby	5 050 €	Služby	2 000 €
Celkem	20 250 €	Celkem	52 000 €

Zdroj: Vlastní šetření

Důležité je také upozornit na fakt, že virtuální trénink postrádá jakákoliv bezpečností rizika nehod nebo například složitých technických závad. U praktického tréninku hraje velkou roli nutnost pravidelného odborného servisu, který není u VR potřeba, což znamená, že virtuální trénink je i časově méně náročný na provoz a údržbu. Naopak zápornou vlastností VR je absence fyzické praxe, která se pak může později projevit při provádění pracovních operacích v daném provozu. Záporné vlastnosti tohoto typu mohou být v budoucnu vylepšeny postupným vývojem technologií VR, které se v budoucnu ještě mnohem více přiblíží realitě.

Po srovnání tyto skutečnosti dávají virtuálnímu tréninku značnou výhodu oproti praktickému tréninku a činí ho tak efektivnější a úspornější volbou.

Technologie VR mohou být použité také v průmyslu 4.0, který představuje novou etapu v organizaci a kontrole průmyslu. Kybernetické fyzické systémy tvoří základ průmyslu 4.0 (např. „chytré stroje“). Používají moderní řídicí systémy, mají vestavěné softwarové systémy a disponují internetovou adresou, aby se mohli připojit přes IoT (internet věcí).

Díky dostatečnému výpočetnímu výkonu umožňuje virtuální realita vizualizaci objektů v profesionální i veřejné sféře. S virtuální realitou je řešení složitých projektů mnohem snazší, zejména těch, které jsou založeny na standardech průmyslu 4.0. Aplikace virtuální reality v průmyslu 4.0 lze sestavit na přesné simulace produktů, procesů nebo výrobních závodů, aby byl viděn jejich provoz z první osoby. Projekty v průmyslu 4.0 vyžadují propojení mezi všemi systémy moderních strojů (fyzické systémy, vestavěné systémy, senzory, akční členy, elektronický hardware, software atd.) prostřednictvím integrovaných datových řetězců a tyto vazby slouží mimo jiné pro monitorování provozních

stavů a sdílení virtuálních modelů ve vývojovém cyklu, přičemž oba lze vizualizovat prostřednictvím virtuální reality.

Virtuální realita se proto používá například pro fázi návrhu produktů nebo procesů a ověřování prototypů. Inženýři mohou pomocí virtuální simulace kontrolovat dosažený pokrok vizuálnějším a interaktivnějším způsobem. Tímto způsobem lze také omezit chyby v této fázi vývoje a zvýšení produktivity.

6. Závěr

Virtuální realita se v dnešní době stává stále více populární. Pomocí pokročilé počítačové techniky simuluje prostředí skutečného světa, kde se člověk může pohybovat, ale zároveň ovládá a vnímá uměle vytvořené prostředí pomocí speciálních brýlí. Technologie VR se rozšířily i do oblastí automobilového průmyslu, kde nacházejí uplatnění při prezentaci jednotlivých modelů zákazníkům, ale také při zaškolování nových zaměstnanců nebo při vývoji modelů. Klíčovými faktory rostoucí popularity automobilové VR jsou technologický pokrok a potřeba snižovat náklady na konstrukci a zaškolování.

Virtuální realita umožňuje prodejčům automobilů ukázat svým zákazníkům budoucnost, což z této pohlcující technologie činí dokonalý marketingový nástroj. Zákazník si může prohlédnout daný model kdykoliv, bez závislosti na prodejci a otevírací době showroomů. Zároveň si zákazník může v aplikaci sestavit vůz podle své fantazie a prohlédnout si ho ze všech možných úhlů. Některé aplikace umožňují vyzkoušet i některé funkce vozu obohacené o infografiku a stručný popis.

Virtuální realita poskytuje široké možnosti pro školení zaměstnanců v automobilovém průmyslu. Většina výrobců automobilů používá k výcviku svých pracovníků při montáži konkrétních modelů přístup založený na pozorování. VR umožňuje bezpečně postavit montážní specialisty do téměř jakékoli nebezpečné situace a naučit je, jak se správně chovat ve stresu a ohrožení života. Zároveň jsou vynaloženy mnohem menší výdaje na provoz těchto tréninků ve virtuálním prostředí. Úspory jsou patrné na všech porovnávaných položkách, z nichž jsou největší rozdíly v nákladech na pořízení vybavení a nákladech na údržbu.

Samotní zaměstnanci ve Škoda Auto hodnotí virtuální realitu velmi kladně a jsou si vědomi jejích přínosů v automobilovém průmyslu. Škoda Auto tyto technologie trvale podporuje a plánuje jejich další rozšiřování napříč firmou.

7. Seznam použitých zdrojů

- 1) History Of Virtual Reality – Virtual Reality Society. *Virtual Reality – Latest Virtual Reality News Headset Reviews* [online]. Copyright © Copyright 2017 [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
- 2) Rozšířená a virtuální realita? Ano, ale opatrně. *Avast Blog* [online]. Copyright © Avast Software s.r.o. [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://blog.avast.com/cs/rozsirena-a-virtualni-realita-ano-ale-opatrne>
- 3) What is VR? - Virtual Reality in the Classroom - Research guides at University of Toronto. [online]. Copyright © [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://guides.library.utoronto.ca/c.php?g=607624&p=4938314>
- 4) <https://www.alza.cz/vr-virtualni-realita>
- 5) Virtuální realita - historie a současnost - VR Education. *Vzdělávání ve virtuální a rozšířené realitě - VR Education* [online]. Copyright © 2022 VR Education. [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://vreducation.cz/virtualni-realita-historie-a-soucasnost/>
- 6) SAK, Petr a Jiří MAREŠ. *Člověk a vzdělání v informační společnosti*. Praha: Portál, ISBN 978-80-7367-230-0.
- 7) GUPTON, Nanci, J. Kiger WHAT'S THE DIFFERENCE BETWEEN AR, VR, AND MR? 6.1.2020 [online] <https://www.fi.edu/difference-between-ar-vr-and-mr>
- 8) Virtual Reality (VR) in the Automotive Industry | Overview. *Software Development Company - ScienceSoft* [online]. Copyright © 2022 ScienceSoft USA Corporation. [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://www.scnsoft.com/virtual-reality/automotive>
- 9) VR apps in automotive — Jasoren. *Jasoren - AR and VR Apps Development Company* [online]. Dostupné z: <https://jasoren.com/4-virtual-reality-applications-in-the-automotive-industry/>
- 10) Innovae - Industry 4.0 and Augmented and Virtual Reality. *Innovae | Realidad Aumentada y Realidad Virtual* [online]. Copyright © 2022 Innovae [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://www.innovae.eu/en/industry-40-augmented-and-virtual-reality/>
- 11) Virtual reality in context of Industry 4.0 proposed projects at Brno University of Technology | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. *301 Moved Permanently* [online]. Copyright © Copyright 2022 IEEE [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7827785>
- 12) VR training by Microsoft and Pixo VR — saving money and saving lives. [online]. Copyright © [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://www.cNBC.com/2019/01/11/vr-training-by-microsoft-and-pixo-vr--saving-money-and-saving-lives.html>