

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA EKONOMICKÁ

Diplomová práce

**Virtuální a rozšířená realita jako nástroj pro
rozvoj společnosti**

**Virtual and augmented reality as a tool for
company progress**

Bc. Patrik Dufek

Plzeň 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

„Virtuální a rozšířená realita jako nástroj pro rozvoj společnosti“

vypracoval/a samostatně pod odborným dohledem vedoucí/vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Plzeň dne 23.4.2022

v. r. Patrik Dufek

Zásady pro vypracování práce

1. Definujte cíl diplomové práce.
2. Vymezte teoretický základ čtvrté průmyslové revoluce, popište základní technologie a možnosti jejich aplikací.
3. Shrňte základní poznatky z managementu inovací a projektů.
4. Podrobně analyzujte vybranou technologii čtvrté průmyslové revoluce.
5. Charakterizujte firmu a obor jejího podnikání.
6. Popište vybraný projekt a projektové plány, určete přínos projektu pro firmu.
7. Shrňte výsledky Vaší práce, popište Vaši roli v projektu a získané zkušenosti, zhodnoťte dosažení cílů práce.

Poděkování

Tím to bych rád poděkoval panu doc. Ing. Jiřímu Vackovi, Ph.D. za jeho cenné připomínky, rady, ochotu a čas, které mi poskytl při vypracování této diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval majiteli a jednateři společnosti CIE Group Ing. Markovi Bárdu Ph.D. a vývojáři Ing. Davidovi Krákorovi.

Obsah

Úvod	6
1 Management inovací.....	8
1.1 Inovace a její charakteristiky	8
1.1. Typy inovací.....	9
1.2. Přínosy.....	10
1.3. Bariéry.....	11
1.4. Strategie otevřených inovací	11
2. Management projektů	13
2.1. Projekt a management	13
2.2. Metody řízení projektů	14
2.3. Agilní řízení	15
2.4. Scrum	19
3. Průmysl.....	22
3.1. První průmyslová revoluce	23
3.2. Druhá průmyslová revoluce	23
3.3. Třetí průmyslová revoluce	23
3.4. Čtvrtá průmyslová revoluce	23
3.4.1. Nástroje průmyslu 4.0.....	25
3.4.2. Přínosy průmyslu 4.0	28
3.4.3. Rizika průmyslu 4.0	29
4. Rozšířená realita	31
4.1. Charakteristika rozšířené reality	31
4.2. Hardware	32
5. Virtuální realita.....	34

5.1.	Úvod.....	34
5.2.	Charakteristika virtuální reality.....	35
5.3.	Využití.....	36
5.3.1.	Zdravotnictví.....	36
5.3.2.	Trénink zaměstnanců	37
6.	Praktická část.....	39
6.1.	Virtuální realita v průmyslu	39
6.1.1.	Přínosy	41
6.1.2.	Rizika.....	44
6.1.3.	Hardware.....	45
6.2.	Představení CIE Group	47
6.3.	Využití virtuální reality v konkrétním podniku	54
6.3.1.	Charakteristika	54
6.3.2.	Vývoj projektu	55
6.3.3.	Hardware a software	58
6.3.4.	Cost benefit analýza.....	62
6.3.5.	Rizika.....	69
6.3.6.	Benefity projektu	72
	Závěr	75
	Seznam použitých zdrojů	77
	Seznam tabulek	83
	Seznam obrázků	84
	Přílohy	
	Abstrakt	

Úvod

Moderní technologie se v dnešním světě vyvíjí velmi rychle. Společnosti pomáhají jak v běžném životě, tak i v pracovním životě. Propojení různých technologií čtvrté průmyslové revoluce přináší mnoho benefitů do aktuálního světa. Především virtuální a rozšířená realita se v posledních letech začala implementovat do různých procesů firem, ale využívá se i jako forma zábavy.

Virtuální a rozšířená realita představuje “rozšíření“ reálného světa. Reálné prostředí rozšiřuje o interaktivní prvky, které umožňují uživateli interagovat s prostředím, a tím zažít různé druhy situací, které by mohly nastat. Virtuální a rozšířená realita se stává populárnější i v oblasti vzdělávání. Na jedné straně uživatelé shledávají tuto technologii za zábavnější formu vzdělávání a na druhé straně firmy či veřejný sektor vidí velkou výhodu v menších nákladech a větší efektivnosti tohoto typu vzdělávání.

Autor si zvolené téma vybral, jelikož svět moderních technologií shledává za velmi zajímavé téma. Teoretická část pomohla autorovi lépe pochopit oblast managementu inovací, managementu projektů a průběh průmyslových revolucí. S tématem virtuální a rozšířené reality má autor i vlastní zkušenosti, jelikož pracuje na pozici vývojáře VR ve společnosti CIE Group. Na vypracování vybraného projektu společnosti se podílel i sám autor. Projekt se zabývá implementací virtuálního tréninku ve výrobním podniku.

Cílem práce je charakterizovat implementaci virtuálního tréninku v průmyslu, popsat projektové plány a určit přínosy projektu pro firmu i autora. Autor spolupracoval na projektu s firmou CIE Group, která se zabývá tématem autorovi diplomové práce.

Diplomová práce je rozdělena do teoretické a praktické části. Teoretická část je obsažena v prvních pěti kapitolách. Praktické části se věnuje šestá kapitola.

V první kapitole je charakterizován management inovací. V této kapitole jsou popsány inovace, typy inovací, přínosy, bariéry a strategie ověření inovací. Následující kapitola se zaměřuje na managementu projektů, je zde definován projekt a jeho management, metody řízení projektů, agilní řízení a v poslední části této kapitole autor popisuje metodu Scrum. Ve třetí kapitole jsou popsány čtyři průmyslové revoluce. Čtvrtou průmyslovou revolucí se autor zabývá více, charakterizuje její nástroje, přínosy a rizika. Čtvrtá a pátá kapitola se detailněji věnuje rozšířené a virtuálně realitě.

Šestá kapitola představuje praktickou část této diplomové práce. V úvodu této kapitoly je definována virtuální realita v průmyslu, její přínosy, rizika a používaný hardware. Následně je představena společnost CIE Group a poté charakterizován konkrétní projekt v průmyslovém podniku. V první části této kapitoly je definován projekt a jeho vývoj. Poté je popsán využívaný hardware a software. Na závěr této kapitoly je vypracována cost benefit analýza, rizika projektu a jeho benefity.

V závěru práce jsou shrnuty výsledky práce a popsána autorova role v projektu. Dále jsou autorem navržena možná doporučení pro firmu CIE Group. Tato doporučení byla také konzultována s firmou. V poslední části práce uvedl autor získané zkušenosti při účasti na praktické části projektu.

1 Management inovací

První kapitola této diplomové práce je věnována managementu inovací. Popisuje základně pojmy, metody a nástroje používané v řízení inovací.

1.1 Inovace a její charakteristiky

Pojem inovace se obecně definuje jako *změna*. Pojem pochází z latinského slova *innovare*, které se interpretuje slovy jako měnit nebo vytvářet něco nového. (Bessant a Tidd, 2016). V dnešním světě, kdy se rychle mění požadavky zákazníků, trhu, technologií, je důležité vytvářet nové způsoby, jak své produktu zlepšit a inovovat. Inovace jsou velmi spjaté s konkurenceschopností. Pokud chce podnik posílit svou pozici vůči konkurenčním podnikům na trhu je důležité využívat dostupné inovace a vyhledávat příležitosti, jak tyto inovace správně implementovat (Veber a kol., 2016).

Existuje celá řada možností, jak se inovace definuje. Veber a kol. (2016, s. 79) definuje inovace jako: *„pojem, který v sobě obsahuje změnu. Může znamenat zdokonalení, bezpochyby je spojena s aktivní činností lidí. Jinými slovy, inovace znamená jakoukoli novinku, resp. Změnu k něčemu novému v různých oblastech společenského života.“*

Inovace je proces přeměny myšlenek v něco užitečného (produkt, proces nebo službu) (Bessant a Tidd, 2016).

Úspěšní inovátoři zkoumají a chápou různé rozměry inovací. Řídí inovaci jako proces a vytvářejí podmínky, které umožňují inovační proces zopakovat. Dále se musí rychle přizpůsobovat měnícímu se prostředí a inovativně reagovat na změny (Bessant a Tidd, 2016).

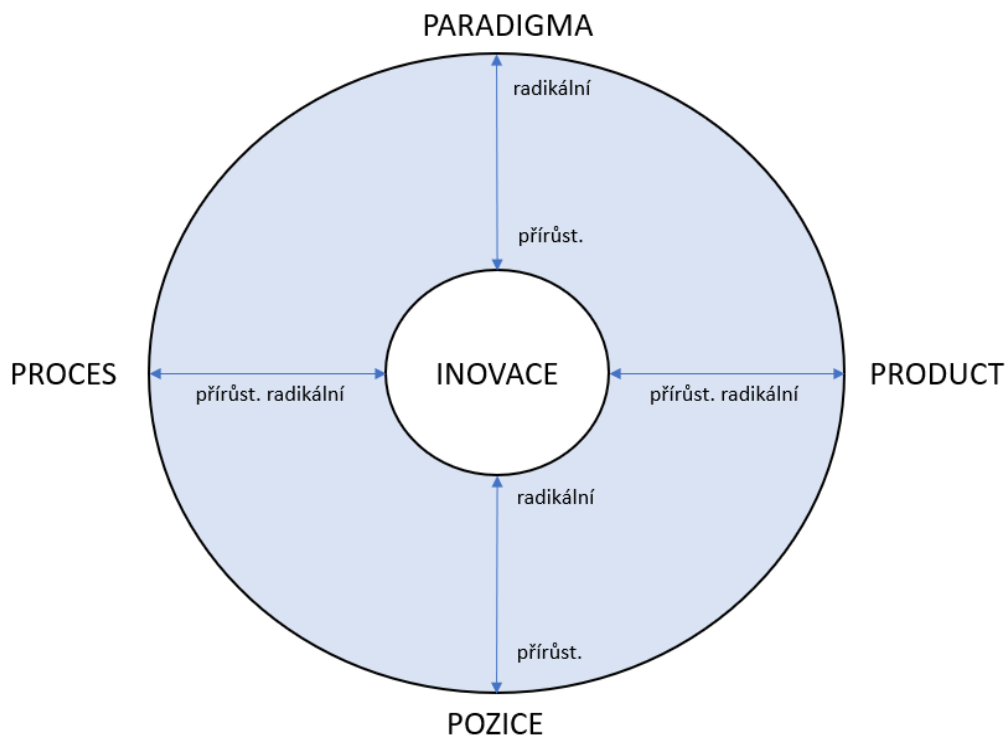
„Management inovací je pojem pro specifickou manažerskou disciplínu, která zejména na úrovni mikrosféry představuje komplex aktivit spojených s iniciací novací až po jejich komerční uplatnění“ (Veber, J., et al., 2016, str. 88).

1.1. Typy inovací

Jeden z druhů, jak se klasifikují inovace je za pomoci 4P, které definují Bessant a Tidd (2016):

- **inovace produktu (product)** – reprezentují změny v produktech/službách, které organizace již využívá a nabízí (např. nové verze současných produktů – Windows, iPhone, ...),
- **inovace procesu (process)** – představují změny ve způsobech jejich vytváření, poskytování (např. zlepšování distribuční logistiky – online nakupování),
- **inovace pozice (position)** – jsou změny v kontextu, ve kterém jsou produkty/služby poskytovány (např. marketingová inovace – rozšíření působnosti na jinou cílovou skupinu),
- **inovace paradigmatu (paradigm)** – představují změny v základních myšlenkových modelech.

Obrázek 1: Rozdělení inovací: 4P



Zdroj: Bessant a Tidd, 2016, zpracováno autorem

Další klasifikací je rozdělení na přírůstkové, radikální a systémové inovace.

- **Přírůstkové inovace** – zahrnují postupné zlepšování a zdokonalování používaných výrobků, služeb nebo procesů (např. štíhlá výroba).
- **Radikální inovace** – neboli převratná/ revoluční inovace je založena na implementaci nových řešení místo současných, které jsou doposud využívané (např. elektronická pošta nahrazuje klasickou poštu).
- **Systémové inovace** – kompletně transformuje způsob myšlení a má významný dopad na široký okruh uživatelů (např. internet, ...) (Vacek, 2008).

Inovace se také dále klasifikuje dle míry uzavřenosti. Uzavřená inovace je inovací, kdy společnost při vývoji a výzkumu nových produktů a služeb využívá především interní zdroje. Uzavřené inovace umožňují firmám udržet si kontrolu nad svým duševním vlastnictvím a technologiemi, což může být přínos vzhledem ke konkurenčním výhodám. Omezení tohoto přístupu řízení inovací může spočívat v nedostatečném přístupu k novým nápadům a odborným znalostem. Otevřené inovace jsou opakem uzavřených a budou detailněji zpracovány v následující podkapitole (Veber a kol., 2016).

1.2. Přínosy

Přínosem inovací je zejména větší **konkurenceschopnost** a potenciální **zvýšení hospodářského růstu**. Neustálé zavádění inovací si může společnost držet náskok před konkurencí a udržet nebo vylepšit své postavení na trhu. Implementace inovací **zvyšuje v podniku efektivitu a produktivitu**, což může vést ke **snížení nákladů**. S tím také souvisí **vytváření nových výrobků/služeb anebo zdokonalování současných výrobků/služeb**. Zavádění inovací ve firmách vede také k **vytvoření nových pracovních míst**, zejména v technologickém a výrobním sektoru, což má za následek snížení nezaměstnanosti v těchto odvětvích. Inovace také mají dopad na **kvalitu života**, kdy nám tyto změny usnadňují běžný život (Veber a kol., 2016).

1.3. Bariéry

Zavádění inovací má mnoho přínosů, ale také bariér, které je vhodné zanalyzovat před zaváděním samotných inovací. Firma při implementaci inovací musí dbát na **dostatek zdrojů**, a to zejména finančních a lidských, které jsou potřebné k podpoře inovací. Další bariérou při inovování může být **složitost předpisů a byrokratické postupy**, které mohou zpomalovat proces vývoje a realizace inovací. Tento problém se týká zejména odvětví, které jsou silně regulovány (zdravotnictví a finanční sektor). Velmi důležité je **přinutit zaměstnance ve své firmě přijímat a rozvíjet tyto inovace**. Tento problém může být klíčový při zavádění inovací, jelikož nedostatečné porozumění či strach z něčeho nového může mít za dopad neefektivnost zavedené inovace. Inovace také z určité míry zahrnuje riziko, které firmy nechtějí postupovat. Tyto rizika se týkají především **strachu z neúspěchu** při zavedení inovací anebo **nedostatečném investování do výzkumu a vývoje**, jak uvnitř firmy, tak i ve vnějším prostředí. Důležité je také **dbát na dostatečnou spolupráci mezi organizacemi a jednotlivci**. Nedostatek spolupráce může způsobit neznalost, či může bránit sdílení nových myšlenek, nápadů a zdrojů (Veber a kol., 2016).

1.4. Strategie otevřených inovací

Strategie otevřených inovací je opakem uzavřených, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole o typech inovací. Zatím co firmy využívající strategii uzavřených inovací používají především jen interní zdroje pro výzkum a vývoj nových produktů, strategie otevřených inovací je založena na využívání nejen interních zdrojů pro výzkum a vývoj nových produktů, ale také zejména na externí zdroje, což představují například vysoké školy, startupy či jiné firmy. Rozdíl mezi těmito technologiemi je vidět na obrázku č. 2.

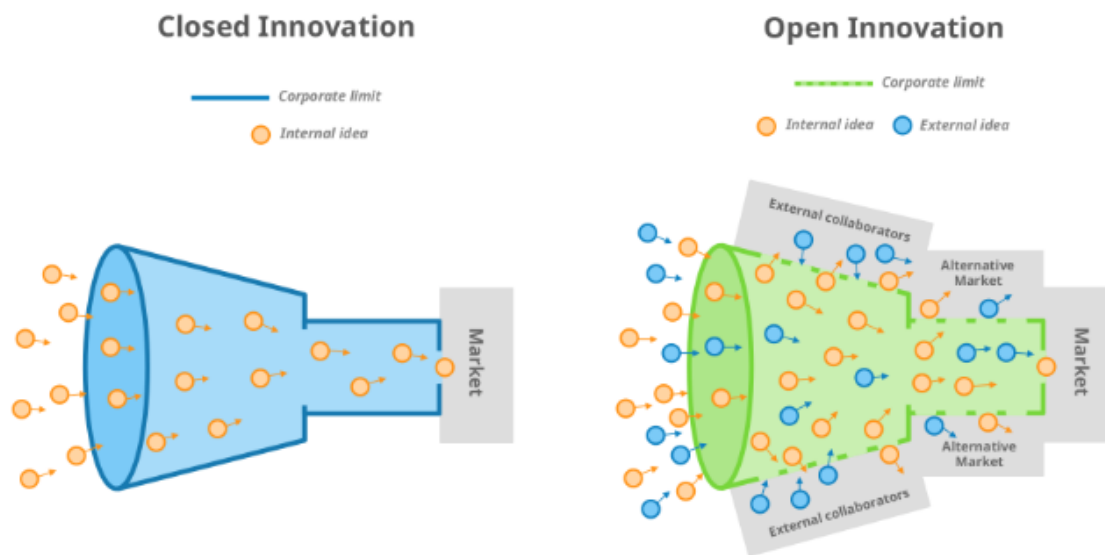
Základem strategie otevřených inovací je tedy aktivní vyhledávání nových konceptů a inovací vnějšími zdroji. Otevřené inovace se zaměřují na snížení rizik spojených s vytvářením nového zboží a služeb a zároveň na získání přístupů k většímu množství znalostí a kreativity.

Jedna z výhod je, že společnost umožňuje přístup k širšímu okruhu vědomostí a znalostí, než jaké jsou k dispozici uvnitř firmy. Další výhodou představuje větší agilnost a pružnost reagovat na měnící se podmínky na trhu. Aktivním vyhledáváním nových nápadů,

technologií a znalostí mohou firmy rychleji identifikovat nové příležitosti a trendy a reagovat na ně. To může pomoci k získání konkurenční výhody a zlepšit si tak postavení na trhu.

Se strategií otevřených inovací jsou také samozřejmě spojená rizika. Firmy využívající tuto strategii si musí dávat pozor na to, aby udrželi kontrolu nad svým duševním vlastnictvím a technologiemi. Další riziko spočívá ve zpřístupnění citlivých informací externímu prostředí. Firma také musí být připravena na možnou složitost spolupráce mezi všemi zúčastněnými stranami při výzkumu a vývoji (Bogers, Chesbough, Moedas, 2018).

Obrázek 2: Uzavřené vs otevřené inovace



Zdroj: Viima, 2018

2. Management projektů

Management projektů zahrnuje mnoho nástrojů, technik a metod, které by měl projektový manažer umět správně a efektivně využívat. Cílem řízení projektu je splnění všech požadavků zákazníků a investorů. Důležité je dbát na správnou kvalitu, včasné dodání a náklady, což vychází z trojimperativu projektu (ManagementMania, 2016).

2.1. Projekt a management

„Projekt lze definovat jako činnost, která je omezená zdroji, náklady a časem, jejímž cílem je dosažení souboru definovaných výstupů (rozsah naplnění cílů projektu) dle patřičných standardů, požadavků kvality a požadavků uživatele výstupů.“ (Skalický, Jermář, & Svoboda, 2010, str. 46)

PMI® PM BoK verze 5 definuje projekt jako: *„Projekt je dočasné úsilí podniknuté pro vytvoření jedinečného produktu, služby nebo výsledku“* (Doležal a kol., 2016, s. 17).

Existuje mnoho definic projektu, které se od sebe nepatrně odlišují, ale všechny mají společné rysy. Každý projekt je dočasnou snahou o vytvoření hodnoty prostřednictvím jedinečného produktu či služby. Všechny projekty mají svůj začátek a konec. Projekt je určen týmem, rozpočtem, harmonogramem a seznamem požadavků, které musí tým splnit pro uspokojení zákazníka. Na rozdíl od běžných operací, které jsou nepřetržitou činností organizace, je každý projekt odlišný a většinou končí, když je dosaženo cíle (PMI, 2023).

Řízení projektů je proces plánování, organizování a kontroly nad realizací stanovených cílů a úkolů. Efektivní řízení projektu zahrnuje velmi dobrou spolupráci mezi projektovým manažerem, jeho týmem a zúčastněnými stranami. Společně musí identifikovat a sledovat projektové úkoly, stanovit jasný harmonogram a velmi důležitá je efektivní komunikace mezi všemi, kteří se na projektu podílí (Kerzner H., 2017).

Mezi jeden z klíčových aspektů projektového řízení se řadí vytvoření plánu projektu, který popisuje rozsah, cíle a záměr projektu. Dále také obsahuje potřebné zdroje a harmonogram projektu potřebný k dosažení cíle. Projektový plán podrobněji rozpracovává činnosti projektu na menší úkoly, ke kterým je přiřazena odpovědnost

za vykonání těchto úkolů. V neposlední řadě se při vytvoření plánu projektu stanoví role členů týmu (Project Management Institute, 2013).

Řízení rizik je další důležitou součástí projektového řízení. Za tímto účelem je nutné identifikovat potenciální rizika, která by mohla mít negativní vliv na projekt a následně vytvořit plány na jejich ošetření. Pro tuhle potřebu existují v organizaci krizoví manažeři či konkrétní členové projektového týmu, kteří monitorují průběh projektu, sledují možné problémy a v případě výskytu některého z rizik provádějí opatření ke snížení jeho dopadu (Kerzner H., 2017).

Pro dobré řízení projektu je velmi nezbytná efektivní komunikace. Ta zahrnuje sdělování aktuálních informací o projektu všem členům týmu a zúčastněným stranám. Projektový manažer musí vědět, že každý člen týmu si je vědom, co má dělat a efektivně plní své úkoly k dosažení cíle projektu. Předcházení problémů lze vyřešit za pomoci komunikace. Komunikace je klíčem úspěšného projektu (Project Management Institute, 2013).

Projektový manažer je jedna z klíčových rolí pro jakýkoliv projekt. Je zodpovědný za dodání projektu včas a za plnění stanoveného rozpočtu s požadovanou kvalitou. Jeho úkolem je efektivně rozdělit práci pro včasné plnění milníků, sledování vývoje produktu a reagovat na případné odchylky od plánu (Doležal a kol., 2016).

Řízením projektů se zabývají různé profesní organizace, které vydávají metodiky a standardy pro řízení projektu. Mezi nejznámější a světově nejrozšířenější patří:

- **PMBOK** (Project Management Body of Knowledge, rok – záleží na vydání, které používáte, nyní je myslím už osmé)
 - organizace PMI
- **PRINCE2** (Projects IN Controlled Environment)
 - organizace Exelos Limited (ManagementMania, 2018).

2.2. Metody řízení projektů

Pro řízení projektů existuje mnoho pomůcek, nástrojů, metod a softwaru, které by měl projektový manažer umět používat. Využití jednotlivých metod se odlišuje dle definování

požadavků během projektu, odvětví projektu, rozpočtu, druhem týmu a komplexnosti projektu. Mezi 5 nejrozšířenějších metod se řadí:

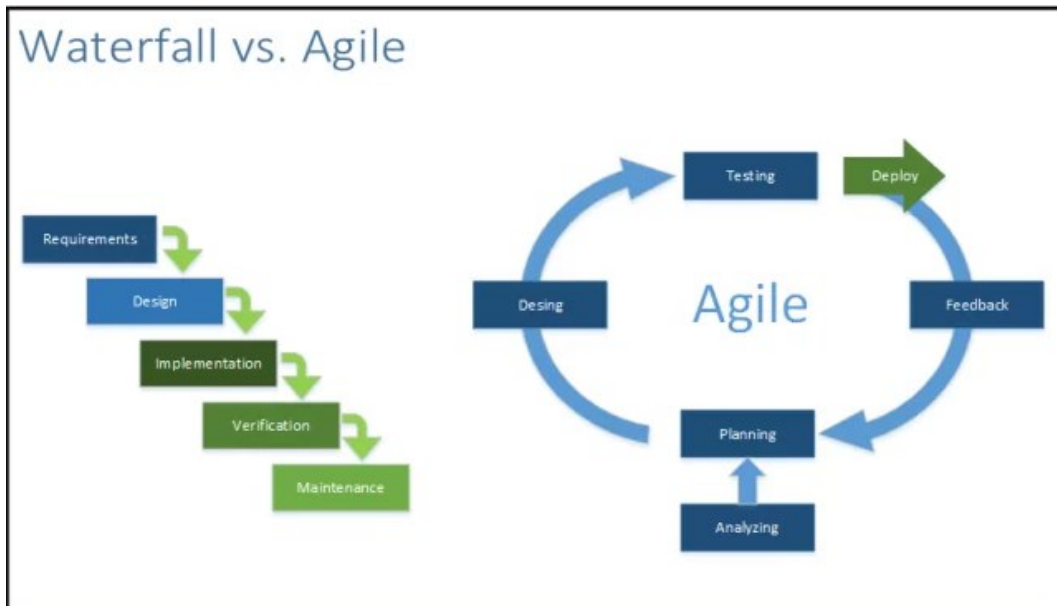
- metoda kritické cesty,
- metoda vodopádu,
- agilní metoda,
- metoda SCRUM,
- PERT (Microsoft, 2019).

Pro účely této práce budou dále popsány jen vybrané metody, které budou použity v praktické části práce.

2.3. Agilní řízení

Opakem agilního řízení je tradiční řízení neboli metoda vodopádu. Pro tradiční řízení je charakteristický předpoklad předem jasného plánu projektu (ManagementMania, 2015).

Obrázek 3: Princip vodopádového vs agilního řízení



Zdroj: Davies, A., 2022

Agilní řízení se vyznačuje především připraveností a schopností rychlé reakce na vnější prostředí a požadavky. Principy agilního managementu jsou uvedeny v Agilním manifestu (Doležal a kol., 2016).

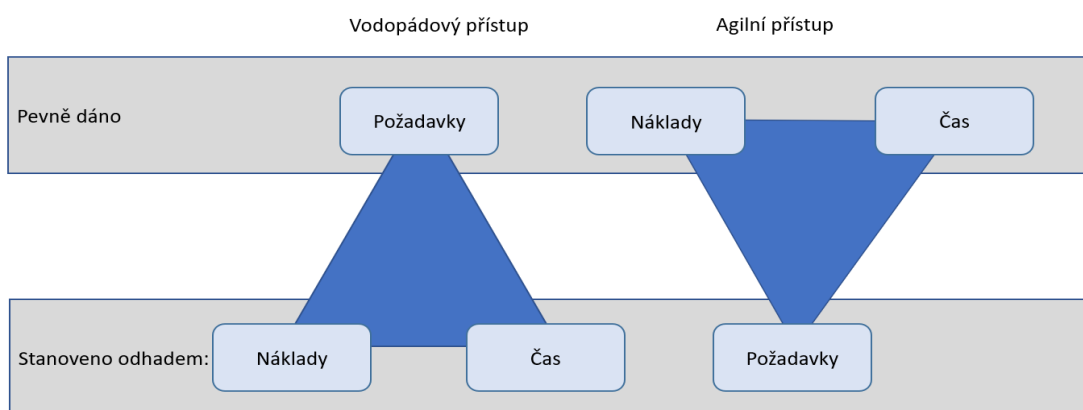
Tvůrci Agilního manifestu došli k následujícím závěrům:

- **jednotlivci a interakce** před procesy a nástroji,
- **fungující software** před vyčerpávající dokumentací,
- **spolupráce se zákazníkem** před vyjednáváním o smlouvě,
- **reagování na změny** před dodržováním plánu.

Body tučně vyznačené a uvedené nalevo jsou v agilním řízení mnohem důležitější než body uvedené na pravé straně (PM Consulting, 2022). Mezi nejvýznamnější tvůrce Agilního manifestu se řadí Ken Schwaber a Jeff Sutherland (Agilemanifesto, 2001).

Při agilním řízení projektu se musí jako první pevně stanovit rámec nákladů (pracnosti) a času. Náklady a čas jsou tedy v agilním řízení stanoveny fixně a požadavky jsou variabilní, viz obrázek č.4, aby bylo možné efektivně reagovat na případné změny či doplnění zákazníkem. Výsledkem agilního řízení je tedy produkt nebo služba, která splňuje požadavky zákazníka stanovené nejen na začátku projektu, ale i změněné v samém průběhu vývoje. Oproti tomu při projektu řízeném tradičním způsobem neboli vodopádovým přístupem jsou požadavky stanovené jen na samém začátku projektu. Požadavky jsou tedy fixní a odhadem stanovené jsou náklady a čas (Doležal a kol., 2016).

Obrázek 4: Vodopádový vs agilní přístup



Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

V agilně řízeném projektu jsou uplatňovány tyto principy:

- **Inkrementální dodávky**

Pojem inkrementální vyznačuje postupné přírůstky. Projektový tým pracuje na vytvoření produktu po malých částech z celkového rozsahu projektu, aby bylo možné zasahovat do produktu během vývoje a sledovat postupné narůstání dokončených částí produktu. Příkladem může být zavedení fungujícího kalendáře jako součásti informačního systému.

- **Iterativní postup**

Iterativní postup charakterizuje rozfázování rozsahu projektu do etap. Každá etapa trvá malé jednotky týdnů a etapy jsou rozděleny na opakující se činnosti.

- **Multifunkční týmy**

Aby bylo možné flexibilně reagovat na změny a postupně vytvářet jednotlivé části produktu, je zapotřebí úzká spolupráce mezi členy týmu s různou odborností. Například testování musí být prováděno již na konci jednotlivých částí vývoje produktu, a nejen na konci kompletního produktu, jako to je při využití tradičního přístupu.

- **Zapojení zákazníka**

Vzhledem k možným a očekávaným množstvím změn musí být zákazník v kontaktu s projektovým týmem (obvykle bývá externím členem týmu) a dodržovat průběžnou komunikaci pro prezentování průběžného plnění požadavků a následné zpětné vazby zákazníka.

- **Pravidelná revize požadavků**

V agilním řízení projektu je velmi důležité dbát na pravidelné revize požadavků zákazníka, jelikož požadavky v agilním řízení nejsou pevně dány na začátku projektu a mohou se měnit v průběhu vývoje produktu

- **„Agilní chování“**

Agilní chování představuje aktivní zapojení všech členů projektového týmu. Všichni členové projektového týmu si samy rozebírají úkoly a usilují o jejich co nejefektivnější plnění (Doležal a kol., 2016).

Agilní řízení je efektivní v různých odvětvích (marketing, výroba, zdravotnictví), ale nejvíce je využíváno při vývoji softwaru, kde také vzniklo. Týmy mohou díky agilnímu vývoji pracovat v prostředí, které je velmi kooperativní a zaměřené na spokojenost

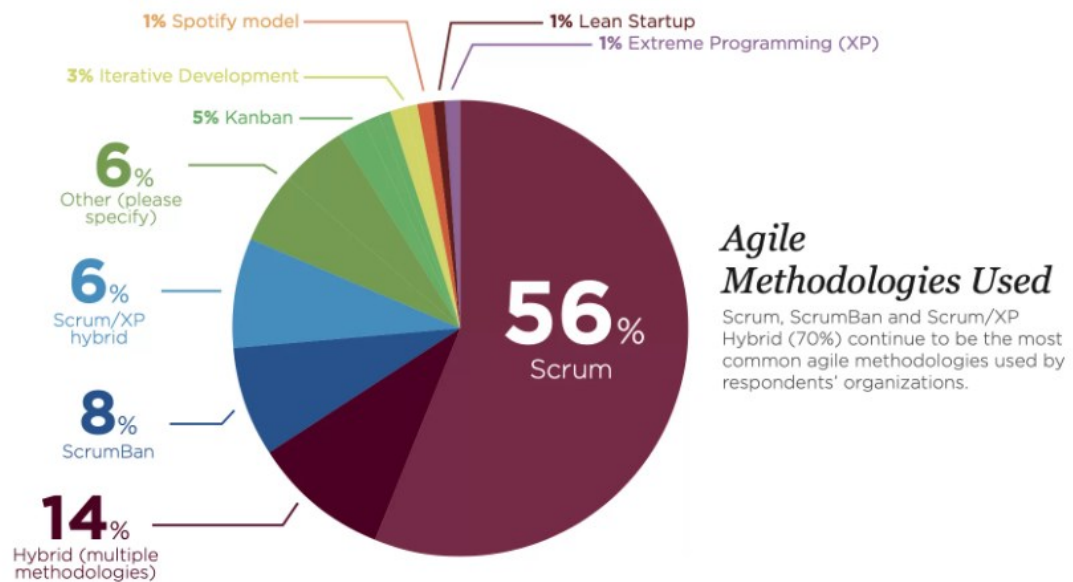
a flexibilitu zákazníka. Tato strategie prokazatelně zvyšuje efektivitu a produktivitu a zároveň snižuje náklady a zvyšuje celkovou kvalitu produktů (White J., 2008).

Mezi nejznámější metody agilního řízení se řadí:

- ASD (Adaptive software development),
- DAD (Disciplined Agile Delivery),
- DSDM (Dynamain Software Development Method),
- Feature Driven Development,
- Lean Kanban,
- SAFe (Scaled Agile Framework),
- Scrum,
- Test Driven Development,
- XP (Extreme Programming) (Doležal a kol., 2016).

Metoda Scrum je nejvíce využívaná metoda agilního řízení, viz. obrázek č.5.

Obrázek 5: Využívání agilních metod



Zdroj: Mersino, A., 2019

2.4. Scrum

Scrum je rámec pro řízení komplexních projektů, který zdůrazňuje flexibilitu, spolupráci a spokojenost zákazníků (Scrum.org, 2023).

Scrum je složen z několika částí, které jsou zobrazeny na obrázek. č.6 (Sutherland J., 2014).:

- **Product backlog**

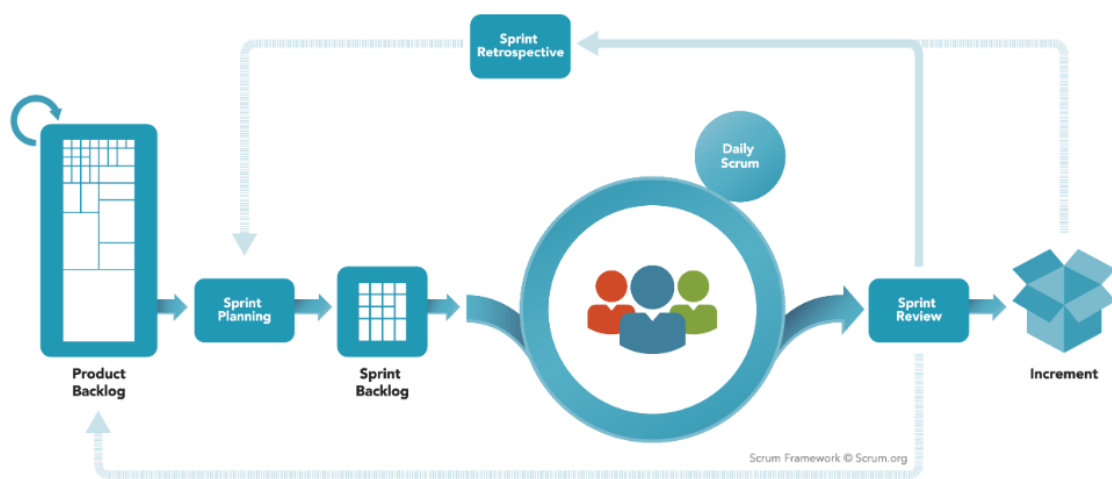
Product Backlog zahrnuje seznam požadavků a jejich rozpad, které jsou potřeba udělat pro finální produkt či jeho část. Následně jsou z hlediska priorit řazeny do *Sprint Backlogu*.

- **Sprint**

Jednou z klíčových částí je Scrumu je Sprint. Sprint je časové období trvající obvykle 2- 4 týdny, během něhož je vytvořen inkrement produktu, je možné získat zpětnou vazbu zákazníka a v případě jeho souhlasu předat tento inkrement zákazníkovi (např. specifický modul většího informačního systému). Tým se během tohoto období schází v rámci *plánování sprintu, denního Scrumu*, který představuje rychlé 15minutové porady, *Sprint Review* a *Sprint Retrospective*.

- **Hotový produkt (Inkrement)**

Obrázek 6: Scrum Framework (rámec)



Zdroj: Scrum.org., 2023

Scrum je založen na třech pilířích:

- **Transparentnost**

Vyvíjející se proces a vykonávaná práce musí být viditelná jak pro osoby vykonávající práci, tak i pro ty, kteří práci přijímají. Transparentnost umožňuje kontrolu.

- **Kontrola**

Kontrola je vykonávaná pro odhalení odchylek nebo problémů. Pravidelné kontroly mají efektivní vliv na plnění dohodnutého cíle. Kontrola dále umožňuje přizpůsobení.

- **Přizpůsobení**

Při odchýlení od plánovaného výsledného produktu je třeba flexibilně upravit proces nebo jeho části. Přizpůsobení musí proběhnout v co nejkratším čase pro minimalizaci nákladů a dalších odchylek (Beránek, 2022).

V metodice Scrum se vyskytují tři základní role:

- **Vlastník produktu (Product owner)**

- Vždy právě jen jedna osoba
- Zastupuje zúčastněné strany
- Zodpovědný za definování a stanovení priorit v Product backlogu
- Schvaluje nebo odmítá hotový produkt

- **Projektový(vývojový) tým**

- Je multifukční
- V optimálním případě by měl tým fyzicky sdílet pracoviště
- Zodpovědný za dosažení cílů každého sprintu

- **Scrum Master**

- Usnadňuje vytvoření odpovídajícího prostředí
- Působí jako facilitátor pomáhající týmu dodržovat proces scrum

- Odstraňuje překážky pro prospěch týmu, který se soustředí na dosažení cílů
- Nepovinná role (Doležal a kol., 2016).

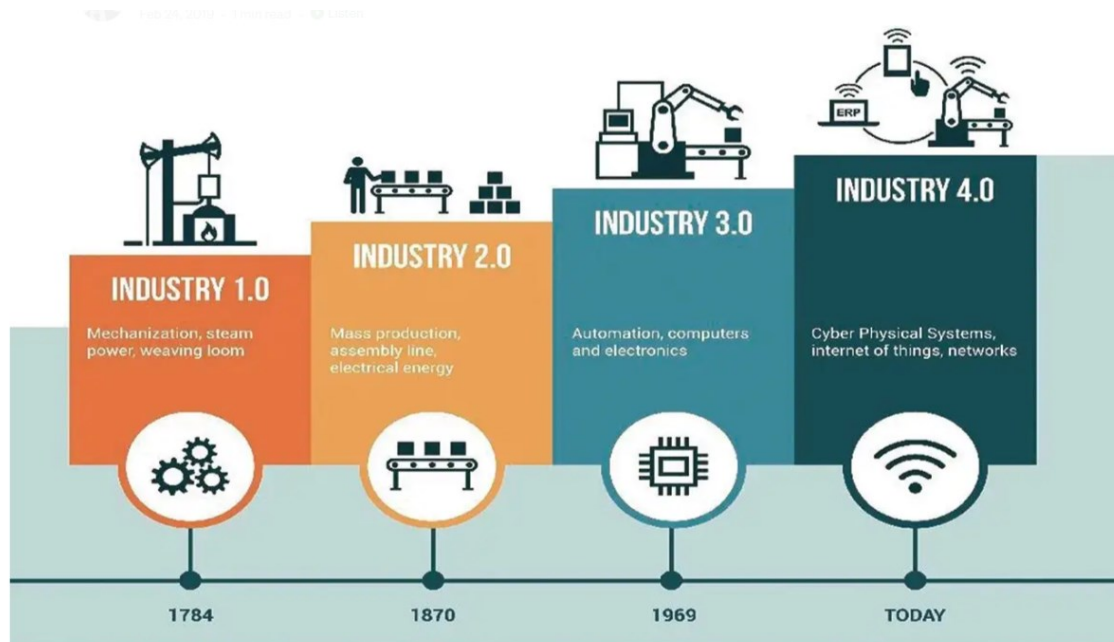
Metoda Scrum se nejvíce využívá v softwarovém průmyslu pro vývoj produktu, ale lze ji použít i v jiných oblastech, například marketingu nebo výrobě. Využívání této metody snižuje náklady firmy a zvyšuje efektivitu a produktivitu zaměstnanců, a také zvyšuje výslednou kvalitu produktu (Sutherland J., 2014).

3. Průmysl

V současné době probíhá čtvrtá průmyslová revoluce. Průmyslová revoluce se v moderních dějinách charakterizuje jako přechod od agrárního a řemeslného hospodářství k hospodářství, ve kterém převládá průmyslová a strojová výroba. Tyto technologické změny zásadně ovlivnily život a způsob práce společnosti. Tento proces začal ve Velké Británii v 18. století a od té doby se šířil do celého světa.

Termín průmyslová revoluce zpopularizoval anglický historik a ekonom Arlond Tonybee, který popisoval hospodářství ve Velké Británii v letech 1760 až 1840. Průmyslová revoluce neoznačuje jen časový úsek v konkrétním prostředí, ale spíše se používá obecněji jako proces ekonomické transformace, proto také v odlišných oblastech začínaly první průmyslové revoluce v jinou dobu. Příkladem toho může být Čína a Indie, kde první průmyslová revoluce začala až ve 20. století, oproti tomu v Západní Evropě či Spojených Státech začaly druhé průmyslové revoluce již koncem 19. století (Encyclopedia Britannica, 2022).

Obrázek 7: Přehled průmyslových revolucí



Zdroj: Velliyur (2019)

3.1. První průmyslová revoluce

V letech 1760–1840 došlo k obrovskému rozvoji průmyslové výroby ve Velké Británii a také vzniku první průmyslové revoluce. Tato doba přinesla mnoho vynálezů, které umožňovaly práci vykonávat efektivněji nežli doposud. V roce 1784 vynalezl Edmund Cartwright první mechanický stroj na výrobu tkanin, což následně vedlo k přechodu od ruční výrobě k **mechanické výrobě**. Současně se v této době začalo ve velkém využívat uhlí jako zdroj energie, s čímž také souvisí zvýšení efektivity parního stroje skotským vynálezcem Jamesem Watterem.

Průmyslová revoluce přivedla výrobu do měst a řemeslníci se tak stali pracovní silou pro města. Po průmyslové revoluci se výrazně zvýšila produkce strojově vyrobeného zboží. Zboží bylo vyráběno většinou pro bohaté lidi, kteří vlastnili půdu (Haradhan, 2019).

3.2. Druhá průmyslová revoluce

Druhá průmyslová revoluce s sebou přináší **elektrifikaci a hromadnou výrobu**. Pro toto období je významný rok 1870, kdy společnost Cincinnat začala využívat ve svém závodě dělbu práci a první montážní linku, což v budoucnu vedlo k rozvoji masové výroby. Druhý velký milník tohoto období je připisován T.A.Edisonovi, který v roce 1879 vynalezl žárovku (Cejnarová, 2015).

Tato průmyslová revoluce navazuje na první světovou válku, během které se začaly využívat dosud plně nevyužívané přírodní a syntetické zdroje jako jsou například lehké kovy, vzácné zeminy, nové slitiny či syntetické výrobky (Encyclopedia Britannica, 2022).

3.3. Třetí průmyslová revoluce

Pro třetí průmyslovou revoluci je charakteristická automatizace, elektronika a informační technologie. V roce 1969 byl vyroben první **programovatelný logický automat** neboli PLC. Tento průmyslový počítač s řídicí jednotkou se využíval pro automatizaci procesů v reálném čase. (Cejnarová, 2015).

3.4. Čtvrtá průmyslová revoluce

V roce 2011 na Hannoverském veletrhu byl poprvé zmíněn termín **Industrie 4.0**. Následně v roce 2013 při stejné události byla uvedena závěrečná zpráva, která měla

za důsledek rozšíření tohoto termínu do mezinárodního prostředí, kde se začal používat termín **Industry 4.0**. V České republice je označen termín jako **Průmysl 4.0**. (Dvořáková a kolektiv, 2021).

Schwab (2016) charakterizuje Průmysl 4.0 jako „*fúzi technologií, které spojují linie mezi fyzickou, digitální a biologickou sférou*“.

Německá organizace GTAI (German Trade & Invest, 2014) definuje termín, „Industrie 4.0“ jako „*pokročilou technologickou evoluci, která novým způsobem podporuje interakci reálného a virtuálního světa a vytváří nové aspekty, které kompletně pozmění sektory výroby*“.

Dále organizace GRAI klade důraz na ovlivňování trhu práce, obsah vzdělávání, podnikové procesy, veřejnou správu a bezpečnost způsobené čtvrtou průmyslovou revolucí. Tato revoluce nemá za cíl vyřadit společnost z podnikových či celospolečenských procesů, ale je chápána jako možnost elektronizace, digitalizace či robotizace současných lidských činností či změnu na trhu práce a vzdělání. Průmysl 4.0 přináší větší produktivitu, efektivitu, kvalitu výrobků/ služeb či využití potenciálu spojení používaných technologií, což se týká jak výrobním či nevýrobních sektorech, ale také soukromého lidského života (Dvořáková a kolektiv, 2021).

V návaznosti na termín Průmysl 4.0 se začal používat také pojem **Společnost 4.0**, který s sebou následně přinesl termín Jobs 4.0, označující trh práce, a termín Education 4.0, označující vzdělání. Termín Společnost 4.0 znamená zejména přizpůsobení se lidstva a dění jejich života k novým technologiím, které přináší Průmysl 4.0. K poznání a pochopení nových technologií se vztahuje neustále vzdělávání se, které by mohlo být obtížní pro starší věkovou skupinu (50 a více let) (Dvořáková a kolektiv, 2021).

S tímto faktem přichází i Mařík a kol. (2016), který také ukazuje na změnu trhu práce a vzdělání. Ke správnému využití nástrojů Průmyslu 4.0 bude potřeba mnoho vzdělaných lidí, kteří budou schopni interdisciplinárního myšlení a systémového pohledu na složité systémy. Mařík & kol. (2016) tvrdí, že 4. průmyslová revoluce není především jen o digitalizaci nebo informatizaci, ale jde o kybernetickou revoluci. Dále autoři poukazují na naučení společnosti přemýšlet v rámci možností a využití nástrojů Průmyslu 4.0. Tyto nové návyky budou obtížnější nežli přijmutí těchto nástrojů v organizaci (Mařík & kol., 2016).

3.4.1. Nástroje průmyslu 4.0

V následující podkapitole jsou vymezeny nástroje průmyslu 4.0. a možnosti jejich využití. Dále se autor podrobně věnuje rozšířené a virtuální realitě. V poslední části jsou uvedeny možné přínosy a rizika těchto nástrojů.

Technologie jsou hlavním katalyzátorem změny. Poskytují podnikům, vládám a lidem více možností, jak pozvednout produktivitu a vynalézavost. Díky sledování nových trendů mohou manažeři lépe a efektivněji plánovat a být napřed oproti konkurenci, kdy je důležité porozumět faktorům, jak by nové nastupující inovace mohla společnost využívat (McKinsey, 2022).

Likens (2021) ve své studii „Essential Eight“ uvádí celkem 6 oblastí nástrojů Průmyslu 4.0. Dále ze studie vyplývá, že kooperace, kombinace a spojení těchto nástrojů může vést k využití plného potenciálu těchto technologií. Důležité je vnímat jak potencionální příležitosti využití těchto nástrojů, tak také rizika, které mohou nastat při neefektivním využíváním těchto nástrojů. V posledních letech se vývoj technologií nezastavuje a tento trend byl podpořen i covidovou dobou. Organizace zjistily, co za následek může mít výpadek společnosti v provozu.

Celkem 6 oblastí zahrnuje 8 nástrojů Průmyslu 4.0 dle Likense (2021):

Umělá inteligence (Artificial Intelligence – AI)

Likens (2021) definuje umělou inteligenci jako softwarové algoritmy, které automatizují složité rozhodovací úlohy, aby napodobily lidské myšlenkové procesy a smysly.

Pojem umělá inteligence (AI) zahrnuje strojové učení, počítačové vidění a zpracování přirozeného jazyka. AI nabízí využití a zpracování obrovského množství dat a následně z nich získávat poznatky k automatizaci činností, rozhodovat o dalším využití dat, k vývoji nových produktů a služeb atd.

Průzkum McKinsey Global Survey z roku 2021 pojednával o stavu AI. Tento výzkum ukazuje, že 56 % z dotazovaných respondentů využívá AI ve svých podnikových procesech, což ukazuje nárůst o 6 % oproti průzkumu z roku 2020. Rovněž průzkum prováděný v roce 2021 uvedl, že využití AI může mít pro organizaci finanční přínosy. Více než 25 % respondentů přisuzuje 5 a více % z výnosů svých společností umělé inteligenci. (McKinsey, 2022).

Blockchain

Blockchain je digitální databáze nebo obecněji digitální účetní kniha využívající softwarové algoritmy pro spolehlivé a anonymní zaznamenávání a potvrzování transakcí. Tento nástroj má velký potenciál v nastolení éry autonomního digitálního obchodování. (Likens, 2021).

Drony

Drony jsou bezpilotní letadla (UAV) nebo bezpilotní letecké systémy. Dron je v podstatě létající stroj, který může být navigován na dálku nebo může létat autonomně pomocí softwarově řízených letových plánů v zabudovaných systémech dronu (Lutkevich & Earls, 2021).

Internet věcí (IoT)

Gilchrist (2016) pojednává o internetu věcí více průmyslově. Přínosem využívání IoT v organizaci je získání přehledu o činnostech a majetku společnosti, a to díky využívání integrace strojních senzorů a softwaru. Tyto komponenty zaznamenávají a zpracovávají data na cloudu a v úložných systémech, které nám poskytují informace o podnikových a provozních procesech ve firmě.

V současnosti mezi nejvíce rozšířenější nástroje této oblasti se řadí zejména 5G síť, která se využívá v odvětví zdravotnictví, mobility a výroby. 5G síť zvyšuje zejména produktivitu a zlepšuje uživatelské zkušenosti (McKenzie, 2022).

Tento nástroj umožňuje i efektivnější využívání dalších nástrojů Průmysl 4.0 jako jsou např. big data, drony, virtuální realitu či internet věcí a služeb (Dvořáková a kolektiv, 2021).

Robotika

Pod pojmem robotika si lze představit jednoduché roboty, které mají své místo v domácnostech, až po složitější roboty, které se využívají ve zdravotnictví, službách či průmyslu. Roboty se skládají z čidel, řídicích prvků a inteligence. Nejčastěji jsou využívány pro nebezpečně, únavné či opakující se práce (Dvořáková a kolektiv, 2021). Robotické a automatizační techniky jsou základem průmyslové výroby a také jednou z hnacích sil Průmyslu 4.0. (Gao, 2020).

3D tisk

3D tisk je známý také jako aditivní výroba, jelikož se v procesu tvoření součástky přidává materiál v postupných vrstvách k vytvoření požadovaného tvaru. Využitím 3D tisku odpadávají procesy jako jsou např. frézování, lisování, broušení, svařování atd. Tyto procesy je většinou zapotřebí provést pro dokonalý tvar součástky při nevyužívání 3D tisku (3 D Printing Industry, 2017).

Mezi přínosy 3D tisku se tedy řadí vytváření digitálních předloh, díky kterým se dokáže vytvořit prakticky cokoliv (Dvořáková a kolektiv, 2021).

Rozšířená a virtuální realita

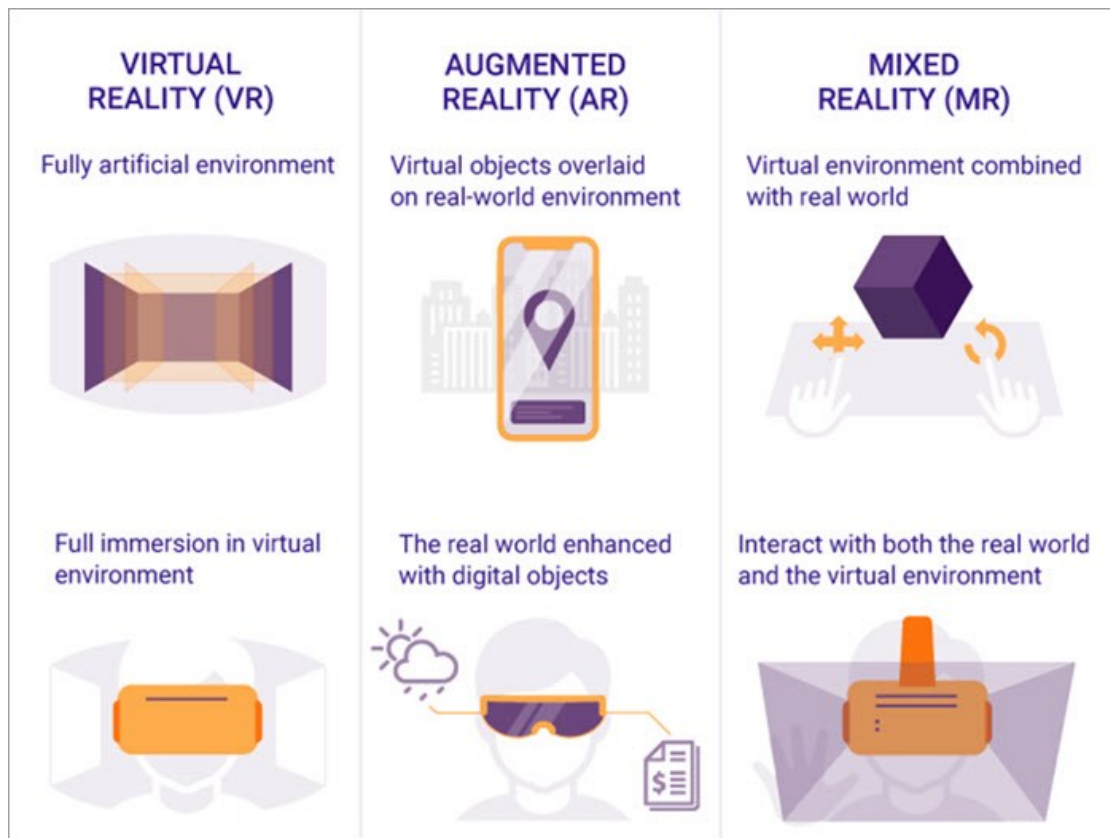
Rozdíl mezi rozšířenou a virtuální realitou je ve dvou oblastech: **prostředí a zapojení uživatele**.

Z hlediska prostředí rozšířená realita (AR) zahrnuje reálné prostředí, které je obohaceno o digitální prvky. Toto prostředí obohacené o digitální prvky zajišťuje kamera. Oproti tomu virtuální realita (VR) představuje virtuální prostředí, které je digitální a je zcela odříznuté od fyzického prostředí. Toto prostředí se využívá k simulaci reálných událostí.

Zapojení uživatele představuje druhé hledisko, kterým se odlišuje AR a VR. Uživatelé AR využívají tuto technologii za pomoci svých chytrých telefonů s kamerou. Ve většině případů uživatel nepotřebuje žádný složitý systém. Aplikace pouze přidávají digitální prvky na živé snímání, čímž mohou reprezentovat živá data. Na rozdíl toho uživatelé VR potřebují složitější zařízení, které jim umožňuje zapojit se do digitálního prostředí a interagovat s ním. Toto zařízení představuje headset neboli VR brýle. Mezi nejrozšířenější headsety se řadí různé headsety od společnosti Meta, HTC a Google.

Lze se také setkat s pojmem smíšená realita (MR), která zahrnuje kombinaci prvků virtuálního i reálného prostředí se zapojením digitálních prvků (TechnoLush, 2019). Rozdíl mezi AR, VR a MR jsou znázorněny na obrázku č.8.

Obrázek 8: VR vs AR vs MR



Zdroj: SoftwareTestingHelp, 2023

Lze tedy říct, že rozšířená realita mění vnímání reálného prostředí, zatímco VR zcela nahrazuje reálné prostředí účastníků simulovaným prostředím.

3.4.2. Přínosy průmyslu 4.0

Čtvrtá průmyslová revoluce, běžně označovaná jako Průmysl 4.0, je současný trend automatizace a výměny dat ve výrobních technologiích. Zahrnuje začlenění nejmodernějších technologií, jako jsou cloud computing, umělá inteligence a internet věcí (IoT), které mohou mít pozitivní dopad na podniky i celou společnost. Díky digitálnímu světu mohou spotřebitelé mnoho věcí vykonávat na dálku a zvyšovat tak efektivitu a komfort osobního života (McKinsey & Company (2022)).

- **Zvýšení efektivity a produktivity**

Technologie Průmyslu 4.0 mohou automatizovat opakující se procesy a uvolnit tak lidské pracovníky, aby se mohli soustředit na složitější činnosti s vyšší přidanou hodnotou.

To vede ke zvýšení efektivity a výroby a ke snížení nákladů na pracovní sílu (Schwab, 2016).

- **Zlepšení kontroly kvality a trackování**

Podniky mohou pomocí senzorů a IoT zařízení sledovat výrobní procesy v reálném čase a okamžitě identifikovat a řešit případné problémy. To může vést ke kvalitnějším výrobkům a důsledkem toho bude větší spokojenost zákazníka (Schwab, 2020).

- **Prediktivní údržba**

Technologie Průmyslu 4.0 lze také využít k předvídání pravděpodobných poruch zařízení, což podnikům umožní naplánovat údržbu s předstihem a vyhnout se nákladným odstávkám (Deloitte, 2019).

- **Větší flexibilita a customizace**

Podniky využívající 3D tisk a další špičkové technologie mohou vytvářet personalizované výrobky na zakázku, což může vést k větší flexibilitě a schopnosti reagovat na požadavky klientů a následně větší konkurenceschopnost podniku. S tím souvisí rozšíření profesí, které budou jednat se zákazníky, kdy se budou starat o individuální přístup spotřebitelů a finální design produktu (Mařík, V. & kol.,2016).

- **Úspora zdrojů**

Technologie Průmyslu 4.0 mohou také pomoci podnikům snížit jejich dopad na životní prostředí díky optimalizaci výrobních procesů a snížení množství odpadu (Deloitte, 2019).

3.4.3. Rizika průmyslu 4.0

Implementace Průmyslu 4.0 může podnikům přinést mnoho výhod, ale také řadu potencionálních rizik, která je třeba zvážit a dbát na jejich prevenci. Připravenost firem na implementaci technologií Průmyslu 4.0 je jedním z rizik, které Průmysl 4.0 obnáší (Mařík, V. & kol.,2016).

- **Riziko kybernetické bezpečnosti**

Průmysl 4.0 může zvýšit nebezpečí kybernetických útoků vzhledem k rostoucímu využívání propojených zařízení a systémů. Tyto systémy jsou zranitelné vůči útokům

hackerů, kteří chtějí ukrást důvěrná data nebo způsobit chaos. Aby se podniky před těmito nebezpečími ochránily, musí se ujistit, že mají zavedena robustní bezpečnostní opatření (Enisa, 2019).

- **Závislost na technologiích**

Se zaváděním technologií Průmyslu 4.0 roste míra automatizace procesů. Díky tomu se mohou stát podniky závislé na technologiích, a při případném selhání systémů nebo nedostatku kvalifikovaného personálu na jejich údržbu může mít tato závislost fatální důsledek pro chod společnosti (MIT Sloan Management, 2018).

- **Vytlačování pracovních pozic**

Automatizace má také vliv na potřebu existence pracovních pozic ve firmách, zejména u pracovníků s nízkou kvalifikací a opakujících se pracovních činnostech. Podniky se zavedením Průmyslu 4.0 musí důkladně zvážit a naplánovat, jaká bude míra automatizace na dané pracovní pozici a kolik pracovní síly bude potřeba v budoucnu. Potencionálně ohrožené pracovníky může podnik rekvalifikovat na jiné pozice (Mařík, V. & kol., 2016).

- **Problematika ochrany soukromí**

Digitalizace přináší v podnicích velké množství dat o jejich zaměstnancích. Shromažďování a ukládání velkého množství dat může vyvolat obavy o soukromí a ochranu osobních údajů, které musí být v souladu GDPR. Podniky se tedy musí ujistit, že mají zavedeny správné zásady a postupy pro ochranu osobních údajů svých zaměstnanců (CVE, 2020).

4. Rozšířená realita

4.1. Charakteristika rozšířené reality

Pro rozšířenou realitu existuje mnoho definic:

- Rozšířená realita je živý přímý nebo nepřímý pohled na fyzické prostředí reálného světa, jehož prvky jsou rozšířeny o počítačem generované smyslové vstupy, jako je zvuk, video, grafika nebo údaje GPS (Wu, Chen, & Liu, 2018).
- Rozšířená realita (AR, Augmented Reality) je technologie, která umožňuje překrýt digitální informace s pohledem uživatele na reálný svět, zlepšit jeho vnímání prostředí a poskytnout další souvislosti nebo informace. (Schmalstieg, D., & Feiner, S., 2008).
- Rozšířená realita představuje vizuální nebo zvukové rozšíření fyzického světa, které pomocí chytrého displeje poskytuje digitalizované informace. Mezi nástroje rozšířené reality se řadí například chytré brýle. Tyto chytré brýle dokážou přenést značné množství potřebných informací na místo použití (Likens, 2021).

Všechny tyto definice spojuje to, že rozšířená realita je v podstatě reálný svět, který je rozšířen o digitální informace.

Značné využití chytrých brýlí je zaznamenáno ve skladech či na montážních linkách, ale také v herním průmyslu. Propojení reálného a virtuálního světa nese s sebou řadu nových potenciálních inovací (Dvořáková a kolektiv, 2021).

AR má tři hlavní charakteristické aspekty:

- kombinuje reálný a virtuální svět,
- poskytuje interakci v reálném čase,
- poskytuje 3D vnímání virtuálních a reálných objekt (Ruthenbeck and Reynolds, 2015).

4.2. Hardware

Microsoft HoloLens

Uživatelé Microsoft HoloLens mohou interagovat s holografickými daty v reálném světě za pomoci softwaru a nezávislému, samostatnému displeji, který tyto chytré brýle nabízí. Tento typ brýlí se nejvíce využívá v obchodním a průmyslovém odvětví, například pro práci jako je vzdálená podpora, školení či posuzování různých návrhů.

Nejnovější verzí těchto brýlí je Microsoft HoloLens 2, které byly uvedeny na trh na konci roku 2019. Tyto brýle si může každý uživatel pořídit za 87 tisíc Kč.

Obrázek 9: Microsoft HoloLens



Zdroj: Sandström, 2022

Magic Leap One

Díky malému nositelnému počítači, který je součástí Magic Leap One, mohou uživatelé zobrazovat digitální informace a pracovat s nimi v reálném světě. Ačkoli se využívá převážně v herním a zábavním průmyslu, mohl by potenciálně najít uplatnění i v oblasti zdravotnictví a vzdělávání

Nejnovější verze těchto brýlí představuje verze 2: Magic Leap 2, které byly představeny na konci roku 2022. Cena těchto brýlí se pohybuje okolo 82 tisíc Kč.

Obrázek 10: Magic Leap One



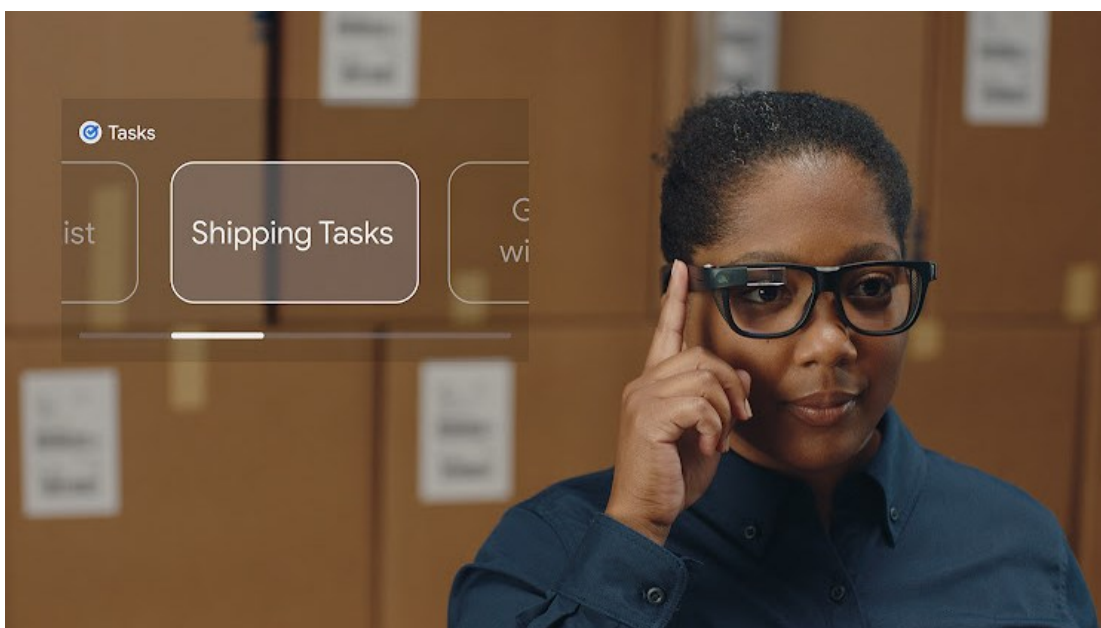
Zdroj: MagicLeap, 2023

Google Glass Enterprise

Google Glass Enterprise jsou podobné brýle jako Microsoft HoloLens a využívají se pro podobné potřeby, a to je vzdálená pomoc, školení a správa zásob. Tyto brýle se mezi sebou odlišují zejména v designu a podporou připojení Wi-Fi a Bluetooth.

Poslední verze těchto brýlí je stejně jako u předchozích verze 2: Google Glass Enterprise Edition z roku 2019, které lze zakoupit za částku přibližně 25 tisíc Kč.

Obrázek 11: Google Glass Enterprise



Zdroj: Google, 2023

5. Virtuální realita

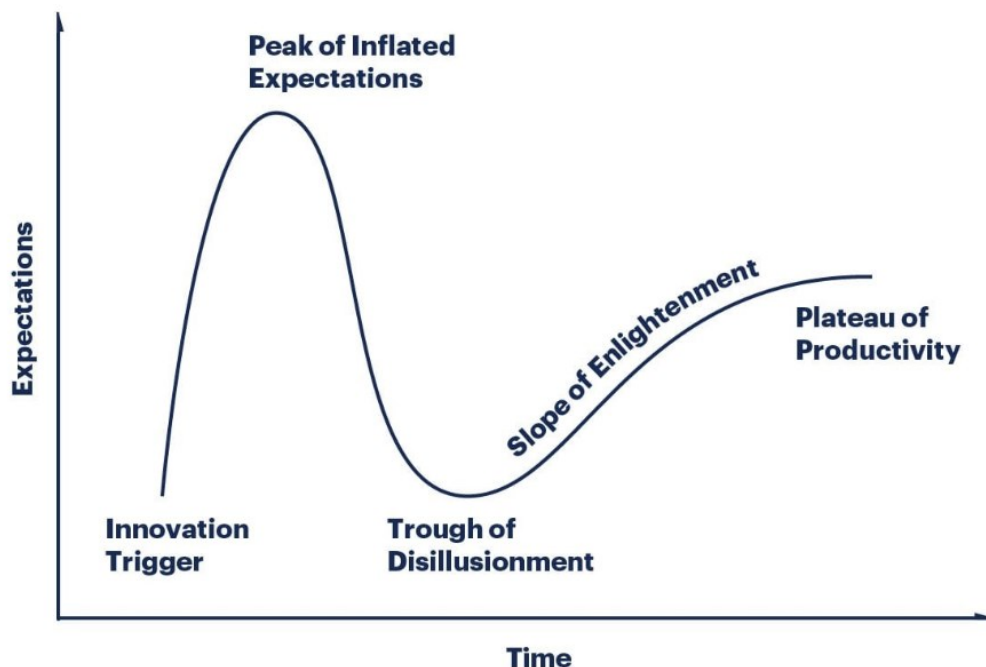
Virtuální realita se stala trendovým tématem v oblasti IT i díky filmovému zpracování. V roce 2018 režisér Steven Spielberg natočil film Ready Player One, kde představuje VR. Základní technologie VR je k dispozici již od roku 1990. V tu dobu technologie měla velmi vysoké náklady na vybavení a nedostatečnou kvalitu, která omezovala její širší rozšíření (Ruthenbeck and Reynolds, 2015).

5.1. Úvod

V 90 letech 20 století Jaron Lanier vytvořil digitální model využívající grafické rozhraní, prostředí virtuální reality, které využívá externí zařízení pro umožnění interakce s grafickými prvky tohoto prostředí (Ruthenbeck and Reynolds, 2015).

V letech 2008–2018 byla virtuální realita velmi dlouhou dobu až přehnaně propagovaná a uvízla v tzn. korytu deziluze, která vychází z Gartnerova hype cyklu, viz. obrázek č.12 (Linden a Fenn, 2003). Nicméně s nástupem cenově dostupného hardwaru pro VR se začala virtuální realita více využívat v mnoha odvětví.

Obrázek 12: Gartner hype cyklus



Zdroj: TechViz, 2020

V posledních letech je VR vyvíjena s nižšími náklady na hardware a s ohledem na technologický pokrok spojený se zvýšeným výpočetním výkonem a pokroky v grafických a rozměrových reprezentacích. Také pandemie covid-19 přiměla společnost více využívat VR. Jelikož pandemie vedla k přerušení fyzického kontaktu mezi lidmi, mělo to za následek víc virtuálních spojení (Hayer, Muller & Scherer, 2020).

5.2. Charakteristika virtuální reality

Virtuální realita působí na lidské smysly, konkrétněji na zrak, sluch a haptiku neboli hmat. Tyto smysly společně s virtuálním prostředím umožňují uživatelům zažít zážitky, které mohou být součástí reálného života (Hayer, Muller & Scherer, 2020).

VR je tedy koncept, jehož cílem je simulovat a prožívat zážitky, které jsou buď podobné, nebo odlišné od reálného světa kolem nás. Jedna z mnoha výhod je možnost opakovatelnosti těchto událostí a jejich přetváření do různých podob (Hayer, Muller & Scherer, 2020).

Virtuální realita simuluje virtuální prostředí, které uživatele pohltí do té míry, že mají pocit, že virtuální prostředí je skutečné (Bowman, McMahan, 2007).

Pojem virtuální realita je různými autory rozdílně definován. Většina definic zahrnuje termíny jako jsou:

- online learning,
- e – learning,
- synchronní virtuální učebna,
- webcast,
- webinář,
- smíšená výuka,
- web 2.0 a sociální učení,
- neformální vzdělávání,
- virtuální školení vedené instruktorem (Hugget, 2022).

Virtuální realita sjednocuje různé obory s využitím zcela nových odvětví technologie. VR zahrnuje elektronické a strojírenské inženýrství, kybernetiku, databázový design, systémy reálného času a distribuované systémy, simulace, počítačovou grafiku a lidi (Ruthenbeck, Reynolds, 2015).

V současné době trh s technologiemi VR roste současně s rychlým rozvojem této technologie. Globální trh odhaduje vzrůst ze 7,3 mld. USD v roce 2018 na 120,5 miliardy USD v roce 2026 (Fortune Business Insights, 2019).

5.3. Využití

Významnou část podílu na trhu zastupuje spotřebitelský software, zejména hry, ale trend ukazuje, že se postupně tento podíl přesouvá na stranu neherních odvětví, což představuje například vzdělávání, a to zejména pro školení zaměstnanců, ale také pro studenty (Wohlgennant, Simons & Stieglitz, 2020). Jakákoli virtuální výuka může probíhat ve skupinách nebo individuálně a může být vedena buď skutečným lektorem, který je rovněž připojen k aplikaci VR, nebo virtuálním přeprogramovaným lektorem řízeným algoritmy umělé inteligence. (Li, 2020). Pro účely této seminární práce jsou uvedeny jen některé oblasti, kde je VR využíváno.

5.3.1. Zdravotnictví

Ve zdravotnictví se VR využívá v mnoha oblastech:

VR pro výuku medicíny

Virtuální realita umožňuje efektivnější teoretickou i praktickou výuku studentů medicíny a začínajících zdravotníků. Díky VR si mohou studenti detailně prohlédnout různé 3D modely, které nelze reprodukovat na fyzických modelech, nebo se naučit komunikovat s virtuálními pacienty ovládanými umělou inteligencí, jejichž postoj a chování lze snadno měnit pro různé účely výuky (Li, 2022).

VR pro léčbu bolesti

Aplikace pro léčbu bolesti ve virtuální realitě pomáhají snížit úroveň bolesti tím, že účinně odvádějí pozornost pacienta (ScienceSoft, 2022).

VR pro rehabilitace

Přenesením rehabilitačních cvičení do virtuální oblasti mění VR terapeutická sezení pacientů v herní zážitek, který motivuje uživatele k dosažení lepších výsledků prostřednictvím virtuálních cílů a úspěchů. Zabudovaná umělá inteligence softwaru může poskytovat podrobné vedení a inspirativní podporu místo skutečného terapeuta, což umožňuje levnější a časově flexibilní individuální rehabilitaci (ScienceSoft, 2022).

Obrázek 13: Využívání VR ve zdravotnictví



Zdroj: Lang, 2019

5.3.2. Trénink zaměstnanců

VR pro školení zaměstnanců

Aplikace ve virtuální realitě pomáhají absolventům lékařských fakult i zdravotnickým pracovníkům získávat praktické dovednosti v bezrizikových podmínkách. Tento typ zdravotnické VR umožňuje simulovat scénáře, které je obtížné, nebezpečné nebo nákladné zopakovat v reálném životě. Virtuální realita také umožňuje chirurgům provádět různé typy simulovaných operací, kdy uživatelům pomáhá rychleji odstranit nedostatky v praktických dovednostech. V reálném světě pro tyto simulace je možnost využívat figuríny na jednorázové využití, ale nevýhodou jsou vysoké náklady pro tento typ výcviku. VR se také využívá pro výcvik práce v nebezpečném prostředí a BOZP. Pomocí VR dokážeme přenést reálně nebezpečné situace do virtuálního prostředí, kde si může

uživatel vyzkoušet reakci v nebezpečné situaci a následně se může připravit pro případ skutečného nastání podobné situace. To přispívá ke zlepšení reagování při podobných reálných situacích (ScienceSoft, 2022).

Obrázek 14: Využívání VR v průmyslu



Zdroj: VRTraining, 2023

6. Praktická část

Praktická část se zabývá využitím virtuální reality ve vzdělávání zaměstnanců, konkrétně v průmyslu. V podkapitole 6.1. budou popsány hlavní oblasti využití virtuální reality v průmyslu. Následně budou charakterizovány přínosy a rizika virtuální reality v průmyslu a následně budou představeny možné typy hardwaru, které jsou využívány pro školení ve virtuální realitě. V podkapitole 6.2. bude představena společnost CIE Group, která poskytovala autorovi potřebné informace. V následující podkapitole 6.3. je popsána inovace v konkrétním výrobním podniku. V jejím úvodu je popsána charakteristika projektu a jeho vývoj. Dále je popsán software a hardware, jenž společnosti využívají na vzdělávání zaměstnanců v průmyslu. Pro tento konkrétní podnik byla vypracována cost benefit analýza a analýza rizik. Následně byly definovány benefity, které podniku přinesla virtuální realita. V závěru praktické části jsou shrnuty návrhy a doporučení aplikovatelné obecně pro výrobní podnik.

Pro zpracování praktické části v konkrétním podniku byl poskytnut otevřený rozhovor s Ing. Markem Bárdym Ph.D., který je jednatelem a majitelem společnosti CIE Group a poskytl základní informace o tomto projektu. Konkrétnější věci byly konzultovány se seniorním vývojářem CIE Technology Ing. Davidem Krákorou.

6.1. Virtuální realita v průmyslu

Virtuální realita se v průmyslu objevuje v posledních letech stále častěji. Výrobní podniky využívají tuto technologii jako inovaci ke zlepšení bezpečnosti pracovníků, urychlení procesu onboardingu, urychlení uvádění nových výrobků na trh, snížení nákladů na vzdělávání zaměstnanců a k zvýšení produktivity. Mnozí považují virtuální technologie za důležité pro udržení konkurenceschopnosti na trhu (Peak, 2023).

V následující části kapitoly 6.1. budou popsány vybrané oblasti, ve kterých průmyslové podniky využívají virtuální technologii.

Návrh a konstrukce vozidel

Virtuální realita je využívána při návrhu nových vozidel a dílů. Tato technologie umožňuje automobilkám, jako je například Ford a Hyundai, testovat modely ve specifických podmínkách napodobující reálné scénáře. Firma Hyundai v současné

době využívá virtuální realitu zejména pro kontrolu designu, který umožňuje členům týmu po celém světě důkladně nahlédnout do každého procesu navrhování a modelování, a to díky 3 D digitálním nástrojům.

Školení zaměstnanců

Virtuální realita umožňuje interakci uživatele s virtuálním prostředím, což poskytuje uživatelům možnost uchopit a přemísťovat objekty. Školení zaměstnanců lze rozdělit na dvě části: *školení při nástupu nových zaměstnanců (onboarding) a pravidelné školení všech zaměstnanců.*

VR urychluje proces nástupu nových zaměstnanců. Uživatelé VR si mohou například prohlédnout prostředí firmy nebo absolvovat povinné školení firmy.

Druhá část školení zaměstnanců zahrnuje pravidelné školení všech zaměstnanců. Pomocí těchto pravidelných školení mohou manažeři firem sledovat progres svých zaměstnanců a přizpůsobovat obtížnost školení.

Zaměstnanci firmy využívající VR pro školení mohou shledávat toto řešení jako kreativní a efektivní. Proto zavedení VR ve firmě může sloužit i jako HR nástroj (Lochmannová, 2020).

Plánování výrobních hal

VR se také používá pro plánování výrobních hal. Do virtuální reality lze promítnout *rozvržení výrobní haly*, ale také *plánování výrobních procesů*. Plánování výrobních procesů může firmě ušetřit náklady, které jsou spojené s efektivitou a produktivitou výrobního toku. Tím se mohou eliminovat různá zpoždění zakázky. Pomocí VR tedy lze otestovat různé způsoby rozvržení pracoviště a výrobní tok.

BOZP

Další oblastí, ve které virtuální realita pomáhá výrobním podnikům, je *bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků*. Bezpečnost pracovníků se v průběhu let výrazně zlepšila, ale i jedno zranění je pro podniky příliš.

Virtuální realita umožňuje manažerům a školitelům simulovat nebezpečné situace, které mohou při montáži či jiných procesech nastat, a připravit zaměstnance na tyto potenciálně nebezpečné situace. I to, že si účastník virtuálního školení může vícekrát projít obsah virtuálního školení, snižuje riziko možných úrazů.

Kvalitnější výrobky

Virtuální brýle obsahující hloubkové kamery a snímače pohybu umožňují *pohled na pracovní prostředí a na zručnost pracovníků*. Školení pomocí virtuální reality také podněcuje k vytvoření standardu výrobního procesu, kterým jsou poté školeni všichni zaměstnanci. To eliminuje školení zaměstnanců různými metodami, jelikož školení může provádět více školitelů a každý člověk může provádět určité věci odlišně.

Tento způsob školení využívají společnosti jako jsou například Lockheed Martin a Boeing. Obě společnosti působí v oblasti letectví a současně mají laboratoř virtuální reality určenou pro návrh a výrobu výrobků. Společnost Lockheed Martin zjistila, že jejich pracovníci mohou pracovat rychleji a s chybovostí 4 %, a to díky využívání VR. Ve společnosti Boeing využívají VR především technici, kterým jsou pomocí virtuálního školení poskytovány potřebné instrukce pro opravu letadel, čímž se zkracuje potřebná doba práce přibližně o 25 % (Peak, 2023).

6.1.1. Přínosy

Virtuální realita (VR) je technologie, která umožňuje simulovat situace, a to bez nejmenších bezpečnostních či finančních rizik. Díky technologii VR jsme schopni připravit zaměstnance na nejrůznější situace. Ať jsou to situace krizové, které nelze nijak simulovat v reálném prostředí, nebo predikovatelné krizové situace či důraz na důsledné vytvoření správných návyků, které mohou vést ke snížení rizik v ostrém provozu.

Hlavními výhodami řešení výcviku ve virtuální realitě jsou:

- autonomie – každý zaměstnanec se může vzdělávat a rozvíjet na jakémkoliv místě a není potřeba účast žádné další osoby,
- pozornost – VR vtáhne uživatele do děje aplikace, ve které uživatel plní předem stanovené úkoly dle vypracovaného scénáře přirozeně a podvědomě,
- realizovatelnost – možnost virtuálního školení na jakémkoliv místě a v jakýkoliv čas,
- výkonnost – VR umožňuje sledovat vývoj zručnosti školeného,
- úspornost – virtuální školení šetří firmě čas a náklady,
- 100% adopce – maximálně efektivní zapamatovatelnost informací,

- standardizace – všichni účastníci školení absolvují tutéž úroveň,
- bezpečnost – při virtuálním školení nehrozí účastníkovi nebezpečí, které by mohl prožít v reálném prostředí (PricewaterhouseCoopers, n.d).

Společnost PricewaterhouseCoopers (PWC) realizovala průzkum školení ve virtuální realitě. Princip tohoto průzkumu spočíval v tom, že vybraní zaměstnanci absolvovali stejné školení měkkých dovedností ve 3 různých formách výuky: v učebně (classroom), e-learningu a ve VR.

Z výzkumu společnosti PWC vyplývá, že vzdělávání zaměstnanců ve VR je 4x rychlejší než školení v učebně. Další číslo udává jistotu při uplatňování získaných dovedností po školení. Tato jistota je o 275 % větší ve VR. Účastníci průzkumu byli dále 3,75krát více emocionálně spjatí s průběhem vzdělávání než s klasickým vzděláváním ve třídě. Poslední číslo zobrazené na obrázku č.16 udává soustředěnost při vzdělávání. V tomto ohledu byli účastníci průzkumu 4x soustředěnější ve VR než účastníci v e-learning (PricewaterhouseCoopers, n.d).

Obrázek 15: Výsledky výzkumu společnosti PWC



Zdroj: PricewaterhouseCoopers, n.d.

Následující graf zobrazuje čas účastníků strávený ve 3 různých způsobech školení. Z grafu vyplývá, že to, co se v učebně učilo 2 hodiny, by se dalo ve VR naučit za 29 minut. S ohledem na čas, který účastníci potřebují pro seznámení s VR, stále platí, že školení ve VR je 3x rychlejší než v učebně (PricewaterhouseCoopers, n.d).

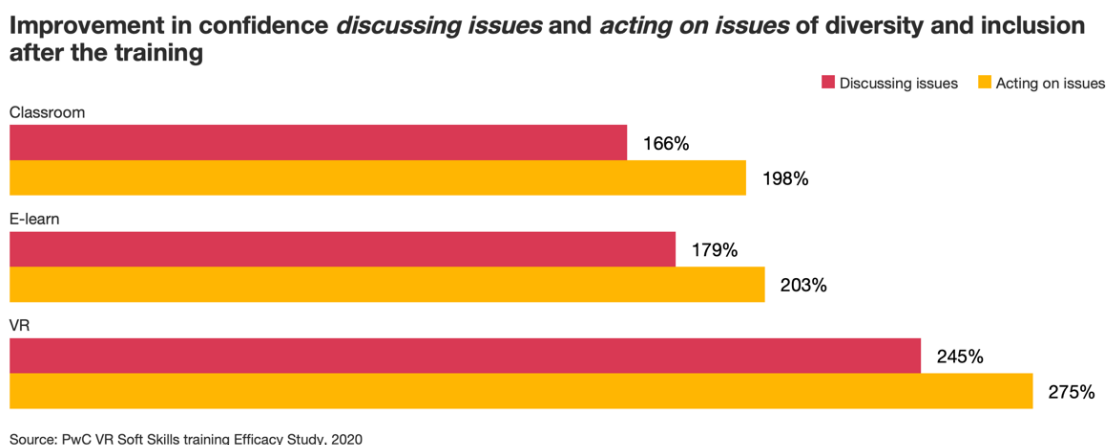
Obrázek 16: Čas potřebný k dokončení tréninku



Zdroj: PricewaterhouseCoopers, n.d.

Další graf udává neméně důležitý parametr, a to je hodnocení sebedůvěry při školení ve VR v porovnání s klasickým školením, ať už na učebně nebo prostřednictvím e-learningu. VR poskytuje možnost procvičovat si obtížné situace v imerzivním prostředí s nízkou mírou stresu, a to vede k vyšší míře sebedůvěry a lepší schopnosti uplatňovat získané zkušenosti v praxi. Z obrázku č. 17 lze vidět, že účastníci virtuálního školení měli až o 275 % větší jistotu v jednání podle toho, co se právě díky školení naučili. Výsledek školením ve VR je o 70 % lepší než při e-learningovém školením a o 75 % lepší než v učebně (PricewaterhouseCoopers, n.d).

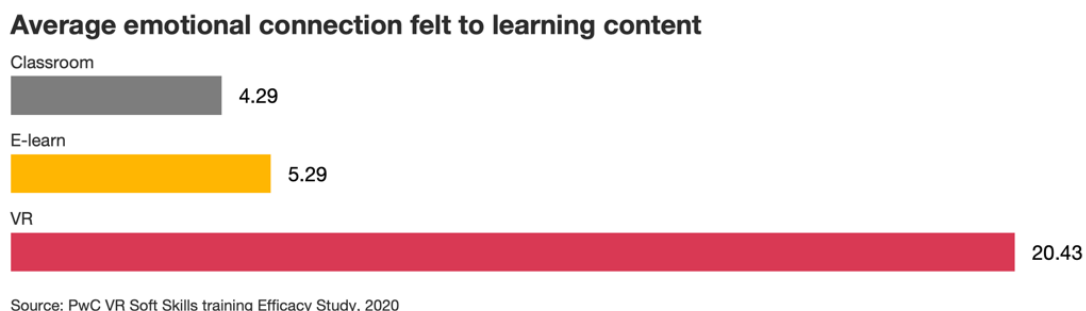
Obrázek 17: Sebedůvěra



Zdroj: PricewaterhouseCoopers, n.d.

Následující obrázku č.19 pojednává o tom, jak velký má uživatel emocionální zážitek ze školení. Zaměstnanci mají větší emocionální zážitek ze školení ve VR, jelikož jsou více vtáhnutí do děje školení, a to díky eliminaci rušivých okolních jevů. Účastníci vzdělávání ve VR měli 3,75krát větší emocionální zážitek než účastníci vzdělávání v učebně a 2,3krát větší než účastníci e-learningu (PricewaterhouseCoopers, n.d).

Obrázek 18: Průměrný emocionální prožitek ve 3 různých typech školení



Zdroj: PricewaterhouseCoopers, n.d.

V neposlední řadě průzkum pojednával o porovnání nákladů těchto tří způsobů vzdělávání. Virtuální realita má sice větší počáteční náklady než zbylé 2 způsoby vzdělávání, ale při zvyšujícím se počtu účastníků vzdělávání tato hodnota postupem času klesá a ve finále je dokonce nižší než vzdělávání v učebně nebo pomocí e-learningu (PricewaterhouseCoopers, n.d).

Tento průzkum poukázal na to, že VR může pomoci vedoucím pracovníkům podniků rychleji zvyšovat kvalifikaci svých zaměstnanců, a to i za předpokladu, že školení pomocí VR bude nákladnější, než školení v učebně či školení pomocí e-learningu.

6.1.2. Rizika

Virtuální realita nabízí uživatelům spoustu možností zábavy a vzdělávání, ale navzdory realistické a pohlcující hloubce virtuálního světa, jakou VR přináší, existuje několik rizik souvisejících s používáním tohoto typu technologie.

Hlavní rizika VR lze rozdělit do 4 oblastí:

1. Fyzická rizika

Během užívání virtuální reality mají uživatelé na hlavě VR brýle, které zakrývají oči a tím pádem dotyční nevidí reálné prostředí. Proto existuje riziko, že uživatelé mohou

upadnout, zakopnout nebo narazit do předmětů, které vzhledem ke koncentraci na virtuální svět nevidí.

2. Motion sickness (nemoc z pohybu)

Nemoc z pohybu je jedním z hlavních problémů, které uživatelé zažívají díky realistické simulaci pohybu. Tyto pohyby ve virtuálním světě mohou vést k vyvolání závratí. Uživatelé VR mohou také pocítit únavu očí, což může vést k bolestem hlavy.

3. Rizika duševního zdraví

Nadměrné využívání virtuálního světa může vést k nezájmu účastnit se veřejného života. Virtuální realita nabízí různé násilné či hororové hry, které mohou způsobit záchvaty paniky, pocit strachu nebo také úzkost (VR.Space, 2022).

4. Závislost

Se třetím bodem souvisí závislost na virtuálním světě. Tím, že je virtuální realita velmi pohlcující, roste riziko závislosti, zejména na virtuálních hrách. Virtuální prostředí umožňuje uživatelům zapomenou na stres a tlak z každodenního života a uživatelé mohou chtít trávit více času právě ve virtuálním prostředí (Intenta, 2022).

5. Bezpečnost

Ochrana soukromí uživatele je velmi důležitá. Nejrozšířenější značka VR brýlí je od společnosti Facebook. Společnost Facebook vlastní společnost Meta vyžaduje pro spuštění VR brýlí přihlášení uživatele do aplikace Facebook. Ve světě se objevuje mnoho otázek ohledně možnosti narušení bezpečnosti (VR.Space, 2022).

6.1.3. Hardware

Existuje mnoho druhů hardwaru virtuální reality, které se odlišují například dle typu využívání. Pro účely této diplomové práce budou uvedeny jen některé.

Meta Quest 2

Meta Quest 2 je headset (VR brýle) od společnosti *Meta*, dříve Oculus. Společnost tento typ uvedla na trh v roce 2020. Samotný VR headset nepotřebuje ke svému fungování počítač ani jiné zařízení, což je jeden z parametrů, kterým se VR brýle odlišují. Tento parametr vyjadřuje mobilitu zařízení. Meta Quest 2 jsou velmi mobilní a pohodlné

VR brýle, ze kterých nevedou ani žádné kabely. Společně s headsetem společnost dodává ruční ovladače, díky kterým je umožněn jeden ze způsobů ovládání.

Mezi výhody Meta Quest 2 patří zejména jeho již dříve zmíněná *mobilita*. Další výhodou je *vysoké rozlišení displeje*, což má za příčinu plynulejší a reálnější obraz. Model Quest 2 má také *lehčí a pohodlnější konstrukci headsetu* oproti svým předchůdcům, což usnadňuje dlouhodobější nošení.

Soukromí ve smyslu zachování anonymity uživatelů používajících headset od společnosti Meta představuje jednu z největších nevýhod. Před využíváním VR brýlí je nutné se přihlásit na účet Facebooku. Toto téma je velmi diskutované a někteří uživatelé proto volí jiný typ headsetu pro svoje využívání. Zákazník při koupi těchto brýlí zaplatí okolo 12 tisíc Kč (Stein, 2022).

HTC Vive

HTC Vive je headset vyvinutý společnostmi *HTC a Valve Corporation*. Na trh byl uveden v roce 2016.

HTC Vive má menší rozlišení než Meta Quest 2. Pro využívání brýlí je nutně rozmístit kamery v prostoru, kde se bude uživatel s VR brýlemi pohybovat. Následně je ještě nutně mít připojené VR brýle k počítači pomocí kabelu po celou dobu používání. Balení s VR brýlemi tedy obsahuje také kamery potřebné pro snímání prostoru a ovladače pro ovládání virtuálního světa. Cena brýlí HRC Vive se pohybuje okolo 25 tisíc Kč. (Greenwald, 2017).

Valve Index

Headset Valve Index od společnosti Valve Corporation byl uveden na trh v roce 2019. Největšími výhodami tohoto headsetu je jeho rozlišení, které je vyšší než u přechozích dvou uvedených VR headsetů. Další jeho výhodou je větší výkon, který je také vyšší než u obou přechozích typů headsetů. Naopak mezi nevýhody se řadí jeho cena, ta se pohybuje okolo 25 tisíc Kč. Headset je dodáván společně s ovladači a kamerami potřebnými při používání (Greenwald, 2021)

Pico Neo 3

Headsety značky Piko jsou vyráběny čínskou společností Pico Interactive. Konkrétně mode Pico Neo 3 byl uveden na trh v roce 2021 a přinesl mnoho zlepšení oproti

předešlému modelu. Model Pico Neo 3 disponuje kvalitním rozlišením displeje a speciálně navrženým procesorem. Společně s VR brýlemi balení obsahuje ovladače pro ovládání virtuálního prostředí. Cena tohoto modelu osciluje okolo 23 tisíc Kč (BestWare, n.d).

Z rozhovoru se seniorním vývojářem společnost CIE Technology vyplývá, že společnost uvažuje o přechodu z VR headsetu Meta Quest 2 na VR headset Pico Neo 3. Kvalita těchto headsetů je srovnatelná, ale výhoda spočívá v tom, že značka Pico Neo nemá takové přihlašovací požadavky jako značka Meta.

6.2. Představení CIE Group

V následující podkapitole bude představena společnost CIE Group, se kterou autor spolupracoval v rámci praktické části diplomové práce. Společnost tvoří celkem 4 divize, které budou v této kapitole charakterizovány.

Společnost CIE Group sídlí v Plzni. Kanceláře společnosti se nachází v TechToweru. TechTower představuje technologický park především pro firmy v Plzeňském kraji. Společnost byla založena v roce 2014. Majitel společnosti je Ing. Marek Bárdy, Ph.D. Společnost se rozvíjela za pomoci spolupráce BIC Plzeň s Katedrou průmyslového inženýrství a managementu Fakulty strojní na Západočeské univerzitě. První projekt, na kterém společnosti pracovaly, se zabýval dlouhodobým vlivem pracovní činnosti na zdraví pracovníku. Tento projekt byl vypracován v rámci dotačního programu „*Partnerství znalostního transferu*“. Projekt byl úspěšný, a proto došlo ke spolupráci i na dalších projektech. Tyto nové projekty se zabývaly virtuální a rozšířenou realitou. Konkrétněji společnost začala vyvíjet aplikace ve virtuální a rozšířené realitě pro výrobní společnosti, ty následně nové aplikace využívaly především pro školení zaměstnanců, BOZP a obsluhu zařízení.

Obrázek 19: Logo CIE Group



Zdroj: CIE (2023)

Postupem času vznikly ve společnosti 4 divize – Divize CIE Industry, Divize CIE Technology, Divize CIE Ergonomy a Divize CIE HR. Jak je z názvu patrné, tyto divize se odlišují oborem působení. Nicméně všechny spolupracují a navzájem se podporují. Proto také motto společnosti je: „*Tvoříme perfektně fungující podniky díky komplexnímu přístupu ke zvýšení efektivity*“ (CIE, 2023).

CIE Industry

Tato divize se zabývá zejména optimalizací a návrhy výroby, logistiky a procesů. Zaměřuje se především na průmyslové podniky, ale také na instituce z veřejného sektoru. Divize nabízí služby jako jsou například *racionalizace výroby*, což znamená, že společnost pomocí metod průmyslového inženýrství analyzuje proces a navrhne změny, které zvýší výkonnost výrobního procesu, a tedy sníží plýtvání materiálem, časem atd. Dále společnost poskytuje služby jako jsou: *tvoření norem, tvoření layoutů, interní logistiku, tvorbu vlastní aplikace* a produkt, který se nazývá *hala na klíč* (CIE, 2023).

CIE Ergonomy

CIE Ergonomy se zaměřuje na *ergonomii pracoviště a fyziologii práce*. Smyslem této divize je především vytvoření návrhu pracoviště, jeho auditem nebo autorizovaným ergonomickým měřením. Divize také analyzuje kategorizaci práce z hlediska fyzické zátěže. Zákazníci CIE Ergonomy jsou především z řad průmyslových podniků (CIE, 2023).

CIE HR

Divize CIE HR se zabývá *náborem nových zaměstnanců* především v technických oborech, ale organizuje také různé typy školení stávajících zaměstnanců firem. V této oblasti působí divize již 13 let. Za tuto dobu má divize široké portfolio kontaktů, které umožňuje rychlé vyřešení poptávky po zaměstnanci se specifickými know-how. Tato divize spolupracuje zejména s firmami z Plzeňského kraje a blízkého okolí (CIE, 2023).

CIE Technology

Divize CIE Technology působí v oblasti *vyvíjení aplikací ve virtuální a rozšířené realitě*. Její řešení jsou určena zejména pro výrobní podniky a veřejný sektor. Divize vyvíjí aplikace, které nejčastěji simulují realitu, ve které uživatel může zažít určitou situaci a následně efektivněji reagovat v reálném prostředí. Členové této divize mají zkušenosti

v oblasti průmyslového řízení a současné vysoké znalosti technologie virtuální a rozšířené reality (CIE, 2023).

Na základě divize CIE Technology vznikly 3 dceřinné společnosti – VR Medical, VR Training a VR School. Též jsou označovány jako tzv. streamy. Každá společnost se specializuje na jinou oblast. Zaměstnanci CIE Technology jsou rozděleni, působí v rámci svého streamu, ale pochopitelně spolu kooperují, vymýšlejí nová a složitější řešení, která oblast VR a AR vyžaduje (CIE, 2023).

VR MEDICAL

Obrázek 20: Logo společnosti VR Medical



Zdroj: VRMedical, 2023

VR Medical je jeden ze tří streamů, který vznikl z divize CIE Technology. Majitelem a jednatelem společnosti je Ing. Konstantin Novikov, MBA. Tento stream/společnost působí v oblasti zdravotnictví.

Společnost se zaměřuje na dvě hlavní oblasti ve zdravotnictví. První oblastí je trénink pracovníků, a to především zdravotních sester a doktorů. Společnost přirozeně zaznamenala velký nárůst poptávky v době covidové. Tehdy potřebovaly nemocnice zaškolit velké množství zdravotnického personálu v krátké době. Mezi typické aplikace, které firma vyvinula, se řadí například příprava na přijetí pacienta s onemocněním Covid-19 nebo výběr správného vybavení pro práci s pacientem v pandemické situaci.

Péče o pacienty představuje druhou oblast, na kterou se VR Medical zaměřuje. Pod termínem péče o pacienty si lze představit rehabilitace pacientů, hodnocení a diagnostiku při rehabilitaci, akvizice a kognitivní trénink. Virtuální rehabilitace pacientů se odlišují oproti klasické rehabilitaci prostředím. Virtuální prostředí vtáhne pacienty do děje aplikace natolik, že se oprostí od překážek, které vnímají v reálném prostředí a dokážou se svým tělem pracovat efektivněji. Společnost poskytuje okamžitý přístup k datům, která analyzují, jak si pacient vedl v dané aplikaci. Data o zlepšujících

se výkonech poskytují pacientům motivaci k dalším cvičením. Aplikace jsou také vyvíjeny v různých úrovních, aby se mohl pacient ve své rehabilitaci posouvat.

Na vývoji všech aplikací se podílí jak zaměstnanci firmy, tak především specialisté z oblasti zdravotnictví. Všechny aplikace jsou sice vyvíjeny zábavnou formou, ale vždy musí hlavně plnit svůj účel, na což dohlíží specialisté na danou problematiku. Firma VR Medical dodává svým zákazníkům společně s kompletními aplikacemi kufr, který obsahuje jeden tablet a dvojce VR brýle. V průběhu praktické části bude konkrétněji vysvětleno, jak toto řešení funguje.

Následující obrázek zobrazuje aplikaci vyvinutou společností VR Medical, která je plně využívána nemocnicemi nebo jinými zdravotními institucemi. Tato aplikace je určena pro rehabilitaci ramene a kognitivní trénink (VRMedical, 2023).

Obrázek 21: Ukázka aplikace společnosti VR Medical



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

VR TRAINING

Obrázek 22: Logo společnosti VRTraining



Zdroj: VRTraining, 2023

Společnost VR Training (VRT) vznikla v roce 2019 ve spolupráci s CIE Group a investiční skupinou Jufa. Hlavní záměr společnosti spočíval v transformaci reálného školení zaměstnanců na školení virtuální. Aktuálně tým zahrnuje 25 členů.

Mezi členy týmu jsou zástupci těchto pozic:

- projektoví manažeři – starají se o včasné dodání produktu a řídí projekt z hlediska zdrojů,
- vývojáři – mají odpovědnost za vývoj aplikace dle sestaveného scénáře,
- procesní inženýři – mapují proces, který bude zpracován ve virtuální realitě,
- testeři – testují aplikace před dodáním zákazníkovi,
- modeláři – připravují 3D modely potřebné pro virtuální prostředí,
- servisní technik – připravuje VR brýle a má na starosti případné technické problémy při implementaci virtuálního školení.

Společnost CIE již dodala výcviková řešení ve virtuální realitě pro různé oblasti BOZP, jakožto i v různých oblastech strojírenství, automobilového průmyslu, výroby medicínských přípravků atd.

VR Training aktuálně působí celkem v 5 odvětvích:

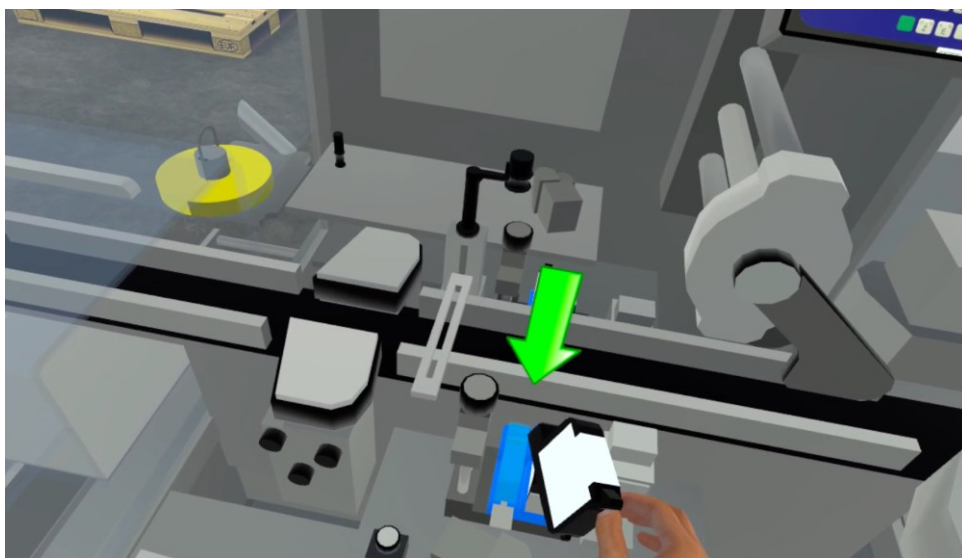
- maloobchod,
- doprava,
- výrobní podniky,
- zdravotnictví
- BOZP.

Firma VR Training vyvinula a nabízí svým zákazníkům řešení, které představuje kufr. Tento kufr obsahuje jeden tablet sloužící jako ovládací rozhraní a dvojice VR brýle. Konkrétněji bude řešení společnosti více popsáno v následné části práce.

Platforma je jedna z výhod, které VR Training přináší. Platforma propojuje tablet a VR brýle, čímž umožňuje vzdálené spouštění aplikací. Další přínos platformy je live stream. Díky live streamu může školitel vidět to, co vidí uživatel v brýlích, a případně

ho navádět v situacích, ve kterých si není jistý nebo kontrolovat, jak si uživatel vede v samotném školení. Firma využívá VR brýle od společnosti Meta, konkrétněji je to typ Meta Quest 2. V podkapitole 6.3.3 autor detailně popíše řešení, které nabízí svým zákazníkům VR Training. Následující obrázek č. 23 reprezentuje školení procesů ve výrobních podnicích. Konkrétněji se v této aplikaci uživatelé školí na proces výměny tiskové hlavy a čištění stroje. Aplikace zobrazena na obrázku č. 24 simuluje hromadnou dopravní nehodu. (VRTraining, 2023).

Obrázek 23: Ukázka aplikace společnosti VR Training – školení zaměstnanců



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

Obrázek 24: Ukázka aplikace společnosti VRT – hromadná dopravní nehoda



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

VR SCHOOL

Obrázek 25: Logo společnosti VRSchool

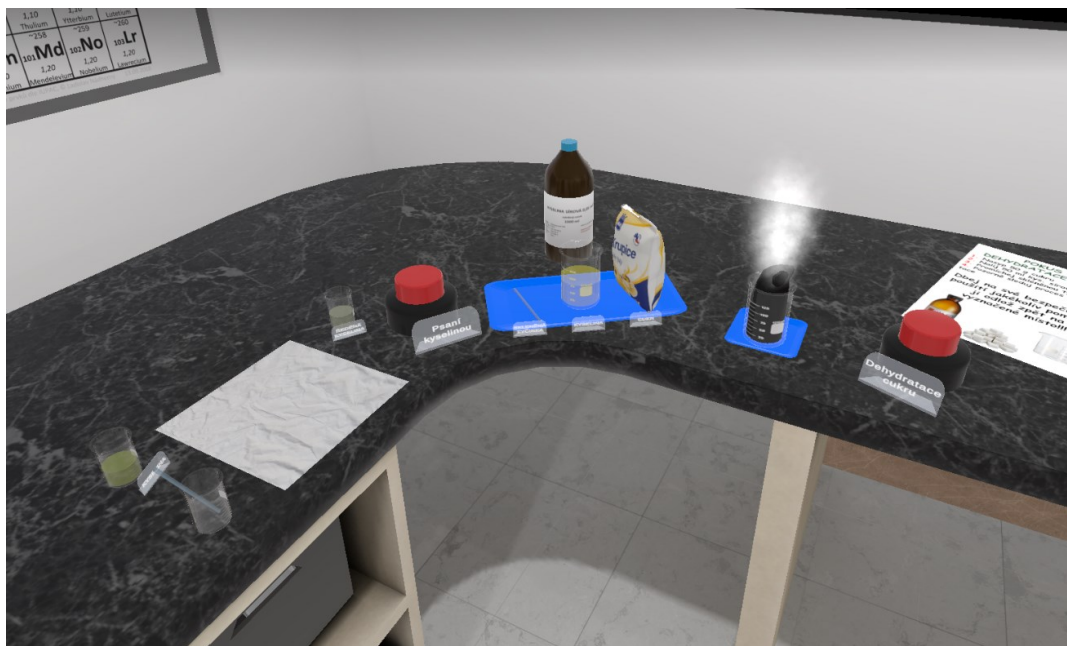


Zdroj: VRTraining, 2023

VR School je nejmladším projektem, který vznikl ze společnosti VR Training. Tento stream představuje virtuální realitu ve výuce. Mezi zpracovávané aplikace se řadí nejčastěji ty, které si škola kvůli ceně nemůže dovolit, nebo jsou příliš nebezpečné. Konkrétněji jsou to aplikace z fyziky, chemie, přírodopisu a biologie. VR School je doplněk klasické výuky a slouží k tomu, že si žáci mohou lépe představit nebo zažít samotné situace. VR School se aktuálně používá na základních školách a v budoucnu se chce zaměřit na střední školy (VRTraining, 2023).

Na následujícím obrázku je vidět příklad aplikace zpracované firmou VR School. Tato aplikace se zabývá chemickým pokusem. Žáci si v aplikaci mohou vyzkoušet pokus jako např. dehydratace cukru, který je zobrazen na obrázku.

Obrázek 26: Ukázka aplikace společnosti VRSchool – chemický pokus



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

6.3. Využití virtuální reality v konkrétním podniku

Následující kapitola byla vypracována za pomoci majitele společnosti Ing. Marka Bárdyho, Ph.D. a seniorního vývojáře Ing. Davida Krákory. V předcházející kapitole se autor více věnoval streamu VR Training, který se věnuje virtuální realitě v průmyslu.

6.3.1. Charakteristika

Zákazníkem pro tento projekt je výrobní firma působící v oblasti automotive. Výrobní firma dodává svým zákazníkům převážně plastové a ocelové komponenty. Ve firmě se vyskytuje několik procesů, výrobní procesy (vývoj, výroba, testování, montáž atd.) a logistické procesy (balení, přeprava atd.). Účel projektu je inovovat školení zaměstnanců výrobní firmy a vzdělávat je pomocí virtuálního školení.

Vybraný projekt pro praktickou část se konkrétněji zabývá dvěma částmi: inovací onboardingu zaměstnanců a inovací základního tréninku výrobních procesů. Vybrané procesy budou analyzovány a následně dle reality implementovány do virtuálního prostředí, ve kterém budou následně provázena tato školení. Zákazník firmy CIE Group kromě dodání školení ve VR, požadoval i zpracování CBA analýzy. Na základě výsledků CBA analýzy se následně firma rozhodne o zavedení tohoto systému.

Základním onboardingové školení je strukturováno do čtyř základních modulů:

1. Seznámení školené osoby se společností, s firemními standardy a hodnotami
2. Školení bezpečnosti práce a ochrany zdraví
3. Školení požární ochrany
4. Školení použití osobních ochranných pracovní pomůcek

Obecné onboardingové školení probíhá během prvního dne při nástupu zaměstnance do firmy. Toto školení je prováděno při pravidelném nástupu nového turnusu pracovníků, přibližně 1x za 3 týdny. Skupiny pro nástup se skládají zhruba z 10 školených lidí, přičemž 40 % jsou pracovníci, kteří již jednou školení absolvovali v minulosti, a 60 % nově nastupujících pracovníků. Součástí onboardingového školení je taktéž provedení běžných administrativních úkonů, např. podpisy pracovních smluv apod.

Trénink výrobních procesů je strukturován do tří základních modulů:

1. Trénink svařování hrdel

2. Trénink zavěšování vzduchového tanku na dopravník
3. Trénink balení

Tento typ vzdělávání je prováděn vždy při nástupu nových zaměstnanců anebo při přeškolení současných zaměstnanců po určité době. V této firmě je to pravidelně po 1 roce. Školení provádí odpovědné osoby z řad managementu společnosti (personální oddělení, bezpečnost práce atd.).

6.3.2. Vývoj projektu

Průběh projektu se skládá ze 4 fází:

1. Informativní setkání
2. Workshop na míru
3. Pilotní projekt
4. Implementace

1. Informativní setkání

Cílem informativního setkání je seznámit zákazníka s možnostmi využití virtuální a rozšířené reality, tzn. ukázka aplikací, které se v rámci projektů zpracovaly již dříve. Díky vyzkoušení virtuální reality zákazník pozná, na jaké procesy by bylo nejefektivnější a nejvhodnější implementovat právě virtuální realitu. V průběhu jednání obě strany diskutují o nejlepším možném řešení virtuální reality v podniku. Na konci tohoto setkání by měl mít zákazník představu o tom, kde by se mohla virtuální realita využít v konkrétním procesu ve firmě. Této fáze se účastní projektový manažer společně s jednatelem společnosti.

2. Workshop na míru

Na společném workshopu je již přesně nadefinována oblast, kde bude virtuální nebo rozšířená realita využívána. Je zde také formulován harmonogram projektu. V této fázi jsou 4 hlavní oblasti, které musí být splněny pro potřeby vývoje aplikace:

- organizace výcviku,
- vstupní podmínky a školení,

- úvodní výcvik,
- ukázka pracovních pozic v provozu.

Tato fáze je velmi důležitá pro tvorbu scénáře, který je dále využíván pro vývoj aplikace ve virtuální realitě. Workshopu se účastní projektový manažer, procesní inženýři a vývojář odpovědný za vývoj budoucí aplikace. Procesní inženýři mapují proces a připravují podklady pro modeláře a vývojáře. Výstup této fáze by měl být prostor, kam bude zákazník a dodavatel nahrávat potřebnou dokumentaci a dodavatel by měl mít důkladně zmapovaný celý proces.

3. Pilotní projekt

Vývoj aplikace se může začít, jakmile je hotový scénář pro tvorbu aplikace, který zpracovává procesní inženýr společně s projektovým týmem zákazníka.

Vývoj virtuální aplikace se skládá z 5 částí:

- příprava modelů,
- tvorba virtuálního prostředí,
- programování,
- přidání zvuků do aplikace,
- testing.

Příprava modelů

Modeláři společnosti VRT připravují 3D modely dle fotek a videí, které jsou pořízené přímo ve výrobním podniku a usiluje o vytvoření modelů, co nejvíce podobných realitě. K tomu využívají program Blender (Interní dokumenty, 2023). Tento program má mnoho způsobů využití, animování modelování, simulace, renderování a střih videa, patří k nejpoužívanějším nástrojům pro 3D modelování (Blender, n.d.).

Tvorba virtuálního prostředí

Z rozhovoru se seniorním vývojářem Ing. Davidem Krákorou vyplývá, že existují potencionálně 2 programy, které se aktuálně nejvíce využívají pro tvoření virtuálního prostředí. Prvním programem je Unreal Engine a druhým je Unity. Tyto programy se nejvíce odlišují rozsahem dostupné dokumentace a grafickou kvalitou prostředí.

Společnost VRT využívá pro tvorbu svých aplikací program Unity. K rozhodnutí pro program Unity vedla firmu dostupnost potřebných informací na internetu a předchozí zkušenosti zaměstnanců s aplikací.

V této části vývojáři rozmísťují 3D modely, které připravili modeláři v předešlé části. Výsledkem by mělo být sestavené prostředí dle vypracovaného scénáře.

Programování

Programovací jazyk podporující Unity je C#. V tomto jazyku programátoři VRT připravují všechny scripty potřebné do aplikace. Jedná se o obecné a komplexní scripty, které se využívají ve všech aplikacích a o méně obecné scripty potřebné pro účel jednotlivých aplikací. Programátoři VRT vždy, když je to možné, usilují o vytváření obecných scriptů, z důvodu jejich možného následného univerzálního využití.

Přidání zvuků do aplikace

Společnost využívá k vytváření zvuků software, který převádí text na zvukovou stopu. Tyto zvukové stopy jsou pak využity v aplikaci dle předem sestaveného scénáře. Celou aplikaci je uživatel provázen *virtuálním avatarem*, který uživateli sděluje informace o tom, co má v daný moment dělat a na co se má soustředit. Virtuální avatar také zvyšuje pocit sebejistoty, jelikož uživatel se necítí být ve virtuální realitě sám. Po přidání zvuků je aplikace kompletní a může se předat na testování.

Testing

Testování se skládá ze 2 částí: interní a externí testování. V první řadě je interní testování. Toto testování provádí specialista společnosti VRT a zapisuje všechny chyby, které se v aplikaci vyskytly. Jedná se jak o technické chyby, tak i procesní a grafické. Poté vývojář dané aplikace opraví chyby a následuje ještě jedno interní testování a poté je aplikace předána zákazníkovi na externí testování. Externí testování probíhá většinou týden, během kterého zákazník ověří funkčnost aplikace a poskytne zpětnou vazbu. Potencionální připomínky následně zapracuje vývojář a přechází se do fáze implementace.

Během samotného vývoje je vytvořen účet na platformě pro umožnění spouštění a sledování virtuálního školení. Postupy spuštění aplikace přes tablet jsou velmi

jednoduché a jsou zákazníkovi vysvětleny před externím testování aplikace. Tento krok provádí vývojář nebo servisní technik.

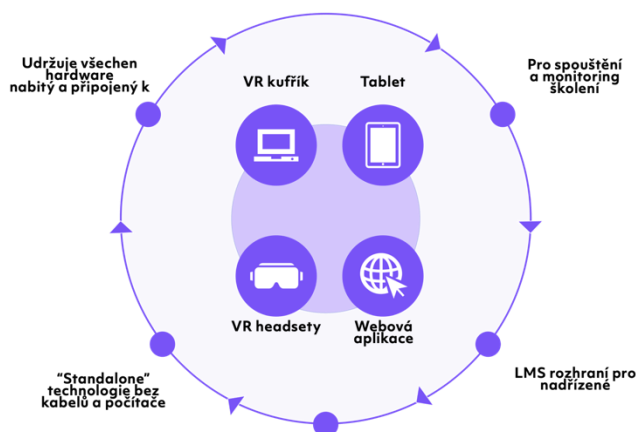
4. Implementace

Počátkem části implementace je předání VR kufru zákazníkovi. Následuje samotná implementace do školení. V části implementace jsou také zahrnuty případné aktualizace a technická podpora.

6.3.3. Hardware a software

Společnost VRT v rámci tohoto projektu dodává kompletní řešení pro výcvik ve virtuální realitě.

Obrázek 27: Kompletní řešení VRT



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

Základem je plně autonomní kufr (vyjma síťového napájení) se dvěma kusy brýlí pro virtuální realitu značky Meta, konkrétněji Meta Quest 2.

Obrázek 28: Autonomní kufr



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

Hardwarová platforma umožňuje sledování pohybu prostřednictvím IoT (internet of Things) sítě Českých Radiokomunikací. Čidla jsou umístěna na brýlích, takže je možné sledovat i pohyb a používání jednotlivých brýlí. Kufr obsahuje přípojku ke standardnímu napájení z rozvodné sítě a ve standardním stavu udržuje nabitě brýle i tablet. Kufr po připojení do napájení spustí LTE modem společně s WiFi sítí určenou pro ovládání brýlí a jejich případnou aktualizaci zabezpečí bezproblémový provoz v kterékoli lokaci EU za předpokladu, že je v daném místě dostupný mobilní signál.

Součástí kufru je tablet, na kterém je spuštěn software na ovládání výcviků ve virtuální realitě. Software umožňuje obsluhovat desítky tisíc uživatelů v různé úrovni přístupových práv a je přizpůsobený komunikační identitě společnosti.

Obrázek 29: Meta Quest2



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

Software má kromě funkce spouštění a řízení výcviků i funkci sledování výkonnosti lidí cvičených prostřednictvím VR. Je schopen tyto údaje poskytnout jak instruktorovi na individuální bázi, tak i administrátorovi ve formě statistických přehledů. Tablet je pouze zobrazovací jednotkou prohlížeče. SW platformu je tak možno provozovat z libovolného počítače s prohlížečem a internetovou konektivitou bez ohledu na aktuální lokaci HW.

Kombinace SW a HW platformy umožňuje vzdálenou aktualizaci systému i školení.

SW i HW platforma jsou plně spravovány VRT. Součástí ceny je plán na obnovu HW (brýlí pro VR) i náklady na roční aktualizaci školení v rozsahu 10% obsahu. Cena zahrnuje i základní pojištění spojené s neúmyslným poškozením HW. Tyto informace budou použity v následující podkapitole, kde je vypracována cost benefit analýza.

Na obrázku č. 30 lze vidět hardware společnosti Meta, který využívá společnost CIE Group.

Obrázek 30: Sada Meta Quest 2

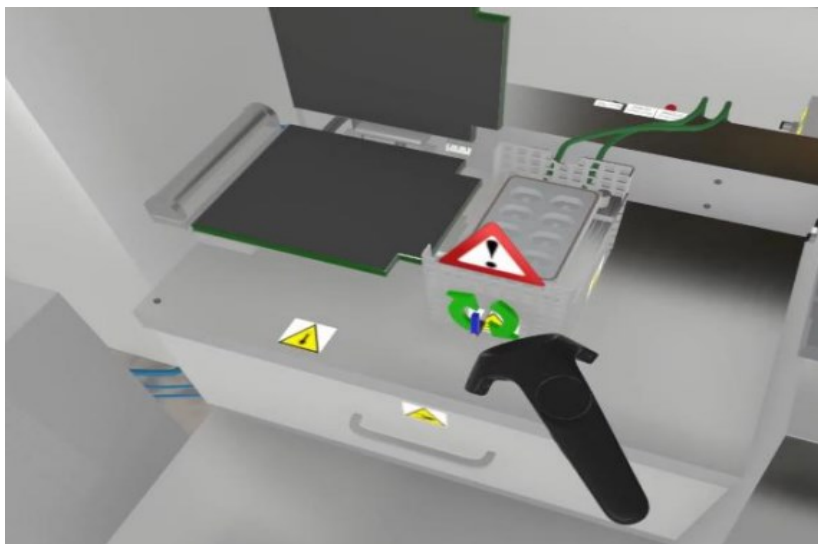


Zdroj: Interní dokumenty, 2023

Ovladače zahrnují celkem 5 tlačítek a 1 joystick rozmístěných na vrchu a na boku ovladačů. Každý uživatel se před využívání ovladačů musí seznámit, k jakému účelu se používají všechna uvedená tlačítka, což může být pro uživatele, kteří mají s virtuální realitou první zkušenost, potenciální problém, zejména zaměstnanci firem mají zkušenost s VR velmi zřídka. Proto se firma VRT rozhodla využívat ovládání aplikací pomocí hand trackingu. Hand tracking spočívá v tom, že kamery umístěné po okraji brýlí snímající prostředí snímají uživatelovy ruce a samotný uživatel ovládá aplikace jako v reálné situaci, bez ovladačů. Firma VRT ze zkušeností se zaškolováním zaměstnanců

se rozhodla využívat tento typ ovládání ve všech svých aplikacích, což firmě přineslo větší spokojenost všech zákazníků VRT. Na následujících obrázcích č. 31 a č. 32 jsou ukázány možnosti ovládání virtuální aplikace jak za pomoci ovladačů, tak i za pomoci hand trackingu.

Obrázek 31: Ukázka způsobu ovládání virtuální realita pomocí ovladačů



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

Obrázek 32: Ukázka způsobu ovládání virtuální realita pomocí hand trackingu



Zdroj: Interní dokumenty, 2023

6.3.4. Cost benefit analýza

Firma VRT pro vypracování cost benefit analýzy poskytla autorovi potřebné informace, které souvisejí přímo s konkrétním projektem. Cost benefit analýza neboli analýza přínosů a nákladů je nástroj pro získání informací o finanční stránce projektu, bude realizován. Pomocí této analýzy bylo rozhodnuto o schválení projektu. Většina firem spolupracujících se společností VRT požaduje vypracování analýzy nákladů a přínosů, jelikož vedení firmy zajímá finanční hodnocení projektu a jeho dopadu pro firmu, jak řekl majitel firmy v poskytnutém rozhovoru. Firma nechce sdílet svá citlivá data, proto byla všechna čísla přepočítaná pomocí koeficientu, který si určil autor společně s majitelem firmy Cie Group.

Prvním krokem při vypracování cost benefit analýza je definování přínosů projektu. Tyto přínosy jsou uvedeny v podkapitole 6.3.6.

První část finanční analýzy je postavena na úspoře času školitelů z řad středního a vyššího managementu při zaškolování během prvního a druhého dne školení nastupujících pracovníků. Zároveň je kalkulována potenciální ztráta nákladů na školení nekvalitních pracovníků propuštěných v brzké době po uvedení do provozu.

Druhá část finanční analýzy vychází z úspory vznikajících nákladů z nesprávného provedení pracovního postupu pracovníkem a s tím souvisejících nutných oprav či vzniku neopravitelného zmetku. Výsledkem prvního setkání zákazníka a dodavatele bylo seznámení se s procesem a potenciálně vznikajícími chybami včetně ukázek přímo v provozu a dále definice problémových oblastí, ve kterých nekvalita a reklamace vznikají. Tyto procesy byly identifikovány jako potenciálně vhodné pro školení ve VR za účelem snížení vznikajících chyb. Ze setkání taktéž vyplynulo, že v současné době se výrobní podnik potýká s definovanou mírou nekvality procesů způsobených chybami zaměstnanců, které vznikají nesprávným provedením standardizovaného pracovního postupu. V této souvislosti vznikají společnosti vícenásledky právě na řešení reklamačních procesů a opravy vad.

Předpoklady realizovaných školení vychází z definovaného počtu nově nastupujících pracovníků. Tento počet byl stanoven společně se zákazníkem. Školení nových nástupů je prováděno 1x za 4 týdny s průměrným počtem 10 trainee účastníků v turnusu. V roční sumě lze tudíž uvažovat o 120 nových nástupů.

Tabulka 1: Počet školených pracovníků

	Počet	Období
Celkový počet nastupujících pracovníků	120	ročně
Odhadovaný počet nových školení	72	ročně
Odhadovaný počet přeškolení	48	ročně

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Pracovníci byli rozděleni do více skupin – pracovníci nově školeni na výkon práce a pracovníci s již absolvovaným školením ve společnosti, u kterých dochází k přeškolení po určité době. Nově nastupujících pracovníků je dle informací 60 % a pracovníků, kteří se vrací na přeškolení, je 40 %.

Pro následující výpočty byly použity hodnoty zákonných odvodů a režie společnosti, které lze vidět v následující tabulce č.2.

Tabulka 2: Jednotkové režijní náklady firmy

Režie výrobního podniku – řadový zaměstnanec	180 Kč	denně
Režie výrobního podniku – management	2 400	denně
Zákonné odvody SZP zaměstnavatel	34 %	
Počet pracovních dnů v měsíci	21	
Fond pracovní doby zaměstnanců	156	počet odpracovaných hodin v měsíci
Mzda řadového pracovníka	180 Kč	hodina

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

V tabulce č.3 jsou uvedeny průměrné osobní náklady jednotlivých skupin pracovníků.

Tabulka 3: Měsíční průměrné osobní náklady

	Mzda	Odvody	Režie	Náklady [Kč]	Náklad [Kč/hod]
Management	62 400 Kč	21 216 Kč	50 400 Kč	134 016 Kč	859 Kč
Mistr	62 400 Kč	21 216 Kč	50 400 Kč	134 016 Kč	859 Kč
Řadový pracovník	28 080 Kč	9 547 Kč	3 780 Kč	41 407 Kč	265 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Další parametry školení, které budou využity pro následující výpočty jsou:

Tabulka 4: Parametry kalkulace

	Počet	Období
Doba trvání teoretického školení	1	den
Doba trvání praktického školení v procesu	1	den
Výkon během prvních dní	70 %	
Počet ukončených pracovních poměrů	2	turnus
Počet nevracejících se pracovníků	4	turnus
Průměrná velikost skupiny	10	lidí

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

V současné době je stanoven minimální rozsah přeškolení na 8 hodin teorie (v rámci prvního dne po nástupu). V tomto dni je pracovník proškolen z klasických legislativních školení (BOZP, PO, OOPP, pracovní postupy, ISO, HR, podpisy smluv a další administrativní procesy) vždy za účasti zástupce managementu. Dále pracovník absolvuje 8 hodin praktického školení se zodpovědnou osobou přímo v provozu s následným tréninkem v rozsahu 16 hodin v provozu, během niž je pracovník verifikován pro výrobní proces. Pokud je pracovník v této době shledán korektním, je dále zapojen do běžného výrobního procesu. Pokud korektním není, s pracovníkem je rozvázána smlouva. Hodnocení je provedeno sledováním výkonu výrobních linií – stabilní výkon = OK, nestabilní výkon NOK. V rámci prvních 2 dnů tréninku jsou s pracovníky přítomni instruktoři, školitelé či mistři. Úspora využitím VR ve výrobním podniku v rámci školení je charakterizována:

- a) sníženým časem teoretického školení
- b) sníženým časem tréninku v provozu
- c) zkrácením doby onboardingu a potřeby účasti zástupců managementu
- d) zkrácením doby účasti koordinátora

1. Onboarding

Současné školení

V tabulce č. 5 jsou zobrazeny současné náklady na školení ve výrobním podniku bez použití VR. Teoretické školení obsahuje legislativní školení a administrativu. Náklady na trainee a instruktora jsou vypočítány součinem délky školení, velikosti skupiny a nákladem za hodinu jednotlivé skupiny. Položka ohledně praktického školení v provozu je vypočítaná stejně tak. Počet kurzů ročně je 12, jelikož školení se provádí jednou za měsíc. Náklady na trainee a instruktora jsou vypočítány součtem teoretického a praktického školení pro jednotlivé skupiny a následně vynásobením počtu kurzů ročně. Celková suma nákladů za rok je vypočítaná jako suma nákladů za rok na trainee a instruktora. Náklady na jednoho pracovníka jsou vypočítány poměrem celkové sumy nákladů za rok a počtu školení za rok. Celkové náklady na proškolení všech pracovníků stávajícím formátem činí 756 199 Kč. Jednotkový náklad na školeného pracovníka je 6 302 Kč.

Tabulka 5: Současná struktura tréninku

	Délka [hod]	Velikost skupiny	Počet instruktorů	Náklad na trainee	Náklady na instruktora
Teoretické školení	8	10	1	21 200 Kč	6 873 Kč
Praktické školení v provozu	8	10	2	21 200 Kč	13 744 Kč
Počet kurzů ročně			12	508 800 Kč	247 399 Kč
Celková suma nákladů za rok				756 199 Kč	
Náklady na 1 pracovníka				6 302 Kč	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Zavedení VR

Náklady na školení pomocí VR pro nově školené pracovníky jsou uvedeny v tabulce č. 6. Virtuální školení oproti stávajícímu ušetří výrobnímu podniku 50 % času kompetentních osob při onboardingovém školením nově nastupujících pracovníků. V tabulce jsou vypočítány náklady na trainee a na instruktora. Tato položka je vypočítána sumou

nákladu na trainee pro teoretické školení a pro praktické školení. Následně je tato suma vynásobena úsporou. Poté spočítaná úspora v korunách, kdy jsou od sumy pro náklady trainee odečteny náklady při používání virtuální reality. Stejným způsobem jsou vypočítány informace instruktora. Následně byla vypočítaná suma nákladů na zavedení virtuální reality a náklady na 1 pracovníka. Celková suma nákladů spojená s časovou vytižeností instruktorů školení je 315 083 Kč.

Tabulka 6: Náklady na školení pomocí VR

	Úspora [%]	Náklady [CZK]	Úspora [CZK]
Trainee	50 %	21 200 Kč	21 200 Kč
Instruktor	50 %	10 308 Kč	10 308 Kč
Počet kurzů ročně	10		
Celková suma nákladů za rok		315 083 Kč	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

V následující tabulce jsou popsány náklady na scénáře pro BOZP, PO, OOPP a v neposlední řadě je uveden náklady za VR set, který obsahuje 2x brýle a 1x tablet.

Tabulka 7: Náklady na licenci pro školení – onboarding zaměstnanců

	Náklad [Kč]	Období
Scénář BOZP	30 000 Kč	ročně
Scénář PO	30 000 Kč	ročně
Scénář OOPP	30 000 Kč	ročně
VR set (50 %)	40 000 Kč	ročně
Celkem	130 000 Kč	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Celkové licenční náklady na zavedení virtuální reality jsou 445 083 Kč ročně.

2. Výrobní proces – svařování hrdel

Na základě informací o vysoké míře vznikajících vad a zmetků v celém výrobním procesu způsobené převážně chybou pracovníka či nedodržením standardizovaného pracovního postupu je níže zpracována další část. Tato část finanční analýzy je zaměřena na kalkulaci

úspor plynoucích ze vzniku opravitelných i neopravitelných vad. V rámci vybraného výrobního podniku byly společně s firmou VRT a výrobním podnikem vybrán proces, ve kterém vzniká nekvalita způsobena chybou pracovníka a je vhodný na převod do virtuální reality. Zvoleným procesem je svařování hrdel. V této části projektu bude kalkulována úspora plynoucí z redukce vzniku vad, u které je schopna společnost VRT pomocí virtuálního školení dosáhnout 40 % zlepšení. Toto zlepšení je určeno dle předešlých zkušeností s podobnými procesy, které byly převedeny do virtuálního školení.

Základní předpoklady o počtu vznikajících oprav a reklamací jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 8: Počet vznikajících oprav a reklamací

Výrobní proces – svařování hrdel		
Počet oprav	20	směna
Opravitelné	90	%
Doba opravy	5	min

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Současný stav

Personální náklady použité pro ohodnocení nákladů spojených s časovou dotací na řešení oprav způsobených nesprávným provedením pracovního postupu sumarizuje tabulka č.9. Personální náklady na opravu svařování hrdel jsou vypočítány jako součin tří čísel. První číslo je vypočítáno součinem počtu oprav, směnami a počtu 250 pracovních dní. Druhé číslo je vypočítáno poměrem hodnot dobou oprav a počtem oprav za celou směnu. Třetí číslo součinu představuje superhrubou mzdu pracovníka. Vzorec s konkrétními hodnotami pro výpočet je následující: $((20 \cdot 3 \cdot 250) \cdot (5/60) \cdot (180 + 180 \cdot 34 \text{ \%}))$. Výsledek těchto hodnot je, že personální náklady na opravu hrdel jsou 301 500 Kč ročně. Náklady spojené s neopravitelným zmetkem/ reklamací sumarizuje následující tabulka. Předpokládá se na základě expertního odhadu kompetentních osob výrobního podniku procento neopravitelných vad vznikajících v rámci výrobního procesu a je vyčíslen jeho celkový náklad. Jednotkový náklad je stanoven výrobním podnikem. Počet kusů

neopravitelných zmetků/ reklamací je vypočítáno jako součin počtu oprav, směnami, počtem pracovních dnů. Následně je ještě toto číslo vynásobeno 10 %, jelikož právě 10 % tvoří neopravitelné zmetky/ reklamace, tzn. $1\,500 \text{ ks} \cdot 400 \text{ Kč}$. Celkové náklady jsou tedy 600 000 Kč za rok.

Tabulka 9: Personální náklady na opravy

Současný stav	Náklad [Kč]	Období
Personální náklady na opravy	301 500 Kč	rok
Náklady spojené s vadami a reklamací	600 000 Kč	rok
Celkem	901 500 Kč	rok

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Celkové náklady složené z personálních nákladů a nákladů spojené s neopravitelným zmetkem či reklamací jsou 901 500 Kč.

Zavedení VR

V následujících tabulkách jsou znázorněny náklady plynoucí z oprav v rámci procesu za použití VR. Pro kalkulaci nákladů při použití VR bylo kalkulováno s redukcí celkového rozsahu oprav a reklamací objektivně o 40 %.

Celkové personální náklady na opravy po zavedení virtuální reality jsou 180 900 Kč za 1 rok. Hodnota byla vypočítána jako 60 % z personálních nákladů na opravu při současném stavu, tzn. 60 % z 301 500 Kč.

Náklady spojené s neopravitelnými vadami a reklamacemi při použití VR tréninku jsou uvedené v následující tabulce. Počet ks. se snížil o 40 %, jak již autor zmínil výše. Tzn. ze současného stavu, kdy se počítalo s 1 500 ks. se po zavedení VR bude počítat s 900 ks. Po vynásobení počtu kusů (900 ks) a jednotkových nákladů (400 Kč) jsou celkové náklady 360 000 Kč na rok.

Tabulka 10: Personální náklady – VR

Implementace VR	Náklad [Kč]	Období
Personální náklady na opravy	180 900 Kč	rok
Náklady spojené s vadami a reklamací	360 000 Kč	rok
Celkem	540 090 Kč	rok

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Celkové náklady po implementaci virtuálního školení jsou 540 090 Kč.

Vyhodnocení cost benefit analýzy

Následující část analýzy bude obsahovat shrnutí cost benefit analýzy. Celkové náklady na zavedení virtuální reality a celkové úspory za použití virtuální reality v procesu onboardingu zaměstnanců a v procesu tréninku výrobního procesu.

Tabulka 11: Vyhodnocení cost benefit analýzy

	Současné náklady	Náklady po implementaci VR
VR – onboarding	756 199 Kč	445 083 Kč
<i>Náklady na 1 pracovníka</i>	<i>6 302 Kč</i>	<i>3 709 Kč</i>
VR – výrobní proces	901 500 Kč	540 090 Kč
Celkem	1 657 699 Kč	985 173 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Celková úspora po implementaci virtuálního školení pro onboarding zaměstnanců a pro proces svařování hrdel je 672 526 Kč.

Návratnost počáteční investice byla vypočítána jako poměr nákladů na současné školení a nákladů po implementaci VR, konkrétněji se jedná o poměr čísel 1 657 699 Kč a 985 173 Kč. Doba návratnosti je 1,68 roku.

6.3.5. Rizika

V této části praktické práce budou identifikovaná rizika spojené s projektem inovací onboardingu zaměstnanců a inovací základního tréninku výrobních procesů pomocí virtuální reality.

R1 Problém s ovládním VR zaměstnancem

První identifikované riziko je riziko spojené s problémem ovládním aplikací. Zaměstnanci výrobního podniku mohou nezvládat průběh virtuálního školení, což může být způsobeno nekvalitním vývojem aplikace. Uživatel virtuální reality by měl vědět po celou dobu

školení, co má dělat a virtuální avatar provádějící uživatele aplikací by měl být schopný pomoci uživateli v jakékoliv situaci. Vývojáři společnosti VRT usilují o zpracování aplikací, které jsou co nejvíce intuitivní. Každý uživatel musí přesně vědět, co v daný moment má provést. Proto společnost VRT využívá různé druhy ukazatelů pro viditelné označení dalšího kroku.

R2 Problém s ovládním VR školitelem

Dalším identifikovaným rizikem je riziko představující neznalost školitele s ovládním VR. Každý školitel ve výrobním podniku by měl vědět, jak správně využívat virtuální realitu, a musí umět spustit aplikace pomocí platformy zavedené v tabletu. Dále by měl školitel vědět, jak správně mají být VR brýle nasazeny a kde se má uživatel VR pohybovat, aby nedošlo ke zranění. Tento problém řeší společnost VRT tím, že před používáním ve výrobním podniku je provedeno školení instruktorů. V tomto školení je představeno, jak má školitel pracovat s celým produktem společnosti VRT. Dále je poskytnut zákazníkovi návod, ve kterém je napsáno, co dělat při různém typu problému.

R3 Zdravotní problémy spojené s využíváním VR

Mezi zdravotní problémy spojené s využíváním VR se řadí motion sickness neboli nemoc z pohybu, což představuje především závratě, nevolnost a v krajních případech zvracení. Další zdravotní problém, který může nastat po využívání VR, je bolest hlavy. Problémy s VR mohou mít lidé, kteří mají nějakou oční vadu. Společnost VRT na požádání dodává firmám nástavec na brýle, ale dle zkušenosti společnosti toto řešení nevyřeší všechny případy.

R4 Ohrožení IT bezpečnosti a nestabilní Wifi síť

Pro stabilní připojení a plynulost streamu, který vidí školitel na tabletu, je podmínkou stabilní a rychlá wifi síť. Některé výrobní podniky mají problém se sdílením wifi sítě, kvůli potenciálnímu ohrožení IT bezpečnosti. Tento problém společnost VRT řeší prostřednictvím SIM karty, která je zabudovaná v tabletu a poskytuje možnost připojení VR brýlí a samozřejmě tabletu.

R5 Neefektivnost školení

Neefektivnost školení může nastat při špatné analýze procesů vhodných pro virtuální realitu. Ne všechny procesy je vhodné školit ve virtuální realitě. Nevhodnost výběru může vést i ke zdravotním problémům.

Neefektivnost virtuálního školení může také způsobit nedostatečnou interakci. Školení by mělo být zpracováno aktivní formou, aby vzbudilo zájem uživatelů. Prováděné školení by mělo určitě způsobit zefektivnění vybraného procesu ve výrobním podniku. Na vypracování celé aplikace se podílí zkušený specialista, VR didaktický specialista má na starost efektivnost školení.

R6 Nepochopení správného užívání

Virtuální realita může simulovat některé reálné procesy výrobního podniku, avšak ne všechny jsou vhodné do virtuální reality. Vhodnost výběru správného školicího procesu je klíčové pro úspěch inovace školení ve výrobním podniku. Dalším aspektem může být členění školení do úrovní. Někteří zaměstnanci mohou být schopnější než druzí a mohou požadovat obtížnější úroveň školení. Proto se firma VRT společně s výrobním podnikem domluvili na zprostředkování dvou typů školení. První typ školení je školící. V tomto typu školení provádí virtuální avatar uživatele celým školením od začátku, až do konce. Druhým typem školení je tzn. trénink. V tréninku se již nevyskytuje virtuální avatar a uživatel pracuje samostatněji.

V tabulce č. 14 jsou shrnuta identifikovaná rizika pro vybraný projekt výrobní firmy. Jednotlivým rizikům byla stanovena pravděpodobnost, dopad, význam a možnosti ošetření pro účel vypracování mapy rizik.

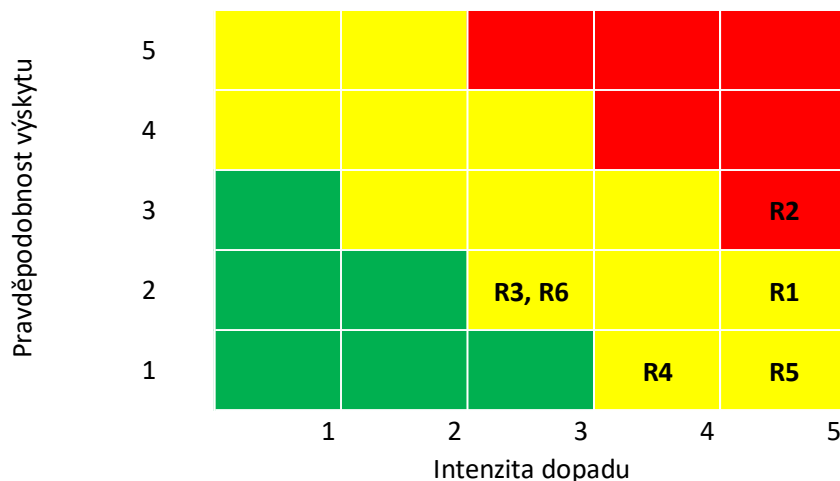
Tabulka 12: Analýza rizik

Č.	Riziko	Ppst	Dopad	Ošetření
R1	Problém s ovládním VR zaměstnancem	2	5	Testování
R2	Problém s ovládním VR školitelem	3	5	Zaškolení, manuál
R3	Zdravotní problémy	2	3	Manuál
R4	Ohrožení IT bezpečnosti a nestabilní Wifi síť	1	4	Sim karty
R5	Neefektivnost školení	1	5	Zkušenosti VRT
R6	Nepochopení správného užívání	2	3	Zadání

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Na základě stanovení pravděpodobnosti a dopadu rizik byla vytvořena matice rizik. Osa x znázorňuje intenzitu dopadu a osa y znázorňuje pravděpodobnost výskytu.

Tabulka 13: Mapa rizik



Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Matice rizik je barevně rozdělena na 3 části dle závažnosti. První oblast zvýrazněná zeleně charakterizuje nízká rizika. V této oblasti se nevyskytuje žádné identifikované riziko projektu. Další oblast označená žlutě definuje střední míru rizika. Do této oblasti se řadí rizika R1, R3, R4, R5 a R6. Třetí oblast označená červenou barvou definuje rizika, která mají vysokou míru závažnosti. Mezi tato rizika se řadí riziko R2.

6.3.6. Benefity projektu

Cílem této práce bylo najít přínosy vybraného projektu, který by usnadnil rozhodnutí o implementaci virtuální reality do prostředí výrobního podniku. Kromě výše uvedeného je s výcviky ve virtuální realitě spojena celá řada dalších benefitů, které sice nebyly finančně hodnoceny, nicméně mají jednoznačně pozitivní přínos.

Minimalizace prostojů v provozu

Lepší znalost zařízení v provozu společně se správným provedením procesu dle standardizovaného postupu má přímou souvislost s případnými prostoji v provozu. V rámci školení je v záměru nacvičit správný pracovní proces včetně interakce s obsluhovanými zařízeními.

Rychlejší školení a lepší zapamatovatelnost

Jak vyplývá i ze studie PWC, tento benefit je zásadní při používání VR. Ačkoli je jedna jeho část součástí CBA (rychlost), zapamatovatelnost je těžko spočitatelnou položkou a má průřezovou návaznost na všechny oblasti, které pracovník procházející školením ve VR bude vykonávat.

Považuje se za prokázané, že zapamatovatelnost a adopce znalostí ve VR je ve srovnání s jinými typy školení na velmi vysoké úrovni.

Nižší nároky na počet instruktorů

Vzhledem k faktu, že předepsaných 16 hodin školení se plánuje zkrátit na polovinu, je jasným benefitem, že instruktoři budou moci být používáni na úkoly, které jsou adekvátní jejich zkušenostem. To vše zároveň umožní, aby pracovníci/instruktoři více pracovali v provozu a generovali tak tržby pro společnost.

Náklady na recruitment

Ze zkušeností výrobního podniku vyplývá, že přibližně 20 % uchazečů není schopno se úspěšně začlenit do provozu a je s nimi ve zkušební době tréninku (2.-4. den) rozvázána pracovní smlouva.

Míra adopce procesu

Tento benefit spočívá v potenciální úspoře pro společnost, kdy díky VR bude možno nevyhovující pracovníky identifikovat již v rámci tréninku, a nikoliv až v přímém provozu. Náklady, které společnost vynaložila na tyto pracovníky, lze vyčíslit v podobě času s nimi stráveného. Nicméně náklady jsou částečně zahrnuty v rámci celkové sumy nákladů na školení, a tudíž nebyly dále finančně touto studií hodnoceny.

Moderní technologie – přijímání pracovníků & PR

Bez ohledu na výše uvedené je VR rozhodně atraktivní „in“ technologií. Správná komunikace o používání této technologie pro výcvik personálu může dále přispět k vnímání společnosti jako moderní a progresivní, pro kterou má smysl pracovat.

Celkově může technologie VR přispět k jednoduššímu procesu generační obnovy pracovníků společnosti a má potenciál se stát „značkou“ firmy v rámci výcviku a vzdělávání svých pracovníků.

Ztotožnění s hodnotami společnosti

Implementace VR má pozitivní vliv na ztotožnění školeného pracovníka i díky modernímu trendu náboru pracovníků (viz bod výše). Tento faktor má vliv na rychlejší zapojení se do kolektivu, vyšší míru pocitu cennosti pro podnik a také vyšší míru starosti o správné fungování společnosti. Toto se projevuje například snižováním vzniku ztrát či vad na používaném nářadí nebo adoptí standardizace a 5 S včetně udržování čistoty a pořádku ve společnosti.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo popsat implementaci virtuálního tréninku v průmyslové firmě, popsat projektové plány a určit přínosy projektu pro firmu i autora. Touto problematikou se zabývá firma CIE Group, se kterou autor spolupracoval při zpracování praktické části.

K dosažení cílů práce byla vypracována teoretická a praktická část diplomové práce. Teoretická část se věnovala oblastem managementu inovací, kapitola 1, managementu projektů, kapitola 2, a průmyslovým revolucím, kapitola 3, kde se autor zabýval především čtvrtou průmyslovou revolucí, kapitola 3.4. Podrobněji byly představeny nástroje čtvrté průmyslové revoluce, a to virtuální a rozšířená realita, kapitola 4 a 5. V praktické části, kapitola 6, autor charakterizoval firmu a obor jejího podnikání. Následně definoval vybraný projekt, jeho průběh a projektové plány. V neposlední řadě byla vypracovaná cost benefit analýza, mapa rizik a uvedeny benefity projektu. Díky těmto metodám byla autorem určena úspora, která vznikne implementací virtuálního školení do vybraného výrobního podniku.

Lze tedy konstatovat, že cíle práce byly splněny.

Na základě získaných zkušeností autor navrhuje následující doporučení:

Prvním z možných doporučení pro společnost CIE Group představuje školení více než dvou uživatelů současně. Toto zlepšení by vedlo ke snížení nákladů na školení, jelikož by za stejný čas firma proškolila více svých zaměstnanců.

Druhé možné doporučení, vycházející z celého projektu implementace virtuálního školení do výrobního podniku, se zakládá na vytvoření standardu vybraného procesu výrobním podnikem, respektive školiteli a firmou CIE Group. Vytváření či sjednocování standardu během projektu zpomaluje celý jeho průběh. Důvodem nesjednocení pohledů na výrobní standard je, že každý školitel může školit trochu jinak a mohou tak vznikat nesrovnalosti, které se musí řešit při implementaci virtuálního školení. Vytvoření standardu vybraného procesu by urychlilo předávání informací mezi firmou CIE Group a výrobním podnikem.

Další doporučení souvisí s možností opakovatelnosti problémových kroků vybraného procesu pro virtuální školení. Možnost opakování problémového kroku by vedla k většímu osvojení kroku a následně menší chybovosti v reálném procesu. Uživatel

by si mohl přímo v aplikaci vybrat možnost opakování určité části procesu, který byl předem vybrán školiteli.

Poslední doporučení spočívá ve vytvoření produktu. Tím je myšleno nabízení a vytváření aplikací tak, aby vyhovovaly více zákazníkům. Vytvoření produktu by snížilo náklady firmy CIE Group, jelikož vytváření scénářů aplikací na zakázku zahrnuje velkou spotřebu zdrojů.

Tato doporučení byla konzultována s vedením CIE Group a byly příznivě hodnocena.

Tímto projektem společnost získala silného zákazníka v oblasti automobilu. Dokonce to společnosti přineslo nové zakázky, které získali díky propagaci virtuálního školení výrobním podnikem. Jak vyplývá z vypracování této diplomové práce, se tato technologie stává velmi atraktivní. Autor se podílel na vývoji a implementaci virtuálního školení ve vybraném výrobním podniku. Při zpracování tohoto projektu získal cenné zkušenosti jak ve fázi vývoje aplikace, tak i v oblasti jednání se zákazníkem.

Seznam použitých zdrojů

- 3 D Printing Industry. *The Free Beginner's Guide: 3 D Printing Industry*. Dostupné 27.11.2022 z <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/#01-basics>.
- A. Lochmannová (2020). *Adaptace a vzdělávání pracovníku v prostředí výrobních podniků – nové trendy*. Dostupné z https://www.researchgate.net/publication/347195844_Adaptace_a_vzdelavani_pracovniku_v_prostredii_vyrobnich_podniku_-_nove_trendy
- Agilemanifesto (2001). *Manifest agilního vývoje softwaru*. Dostupné 7.1.2023 z <https://agilemanifesto.org/>
- Beránek, M. (2022). *Studijní materiál pro předmět projektová management dle metodiky IPMA*. Plzeň. Západočeská univerzita.
- Bessant, J. & Tidd, J (2016). *Innovation and Entrepreneurship* (3rd ed.). John Wiley & Sons
- BestWare (n.d.). *Pico Neo 3 pro eye*. Dostupné 29.3.2023 z <https://bestware.com/en/pico-neo-3-pro-eye.html>
- Beyer, D., & Hinke, J. (2018). Sectorial Analysis of the Differences in Profitability of Czech and German Business Ventures – An Empirical Benchmark Study. *E+M Ekonomie a Management*, 21(1), 127-143. <https://dx.doi.org/10.15240/tul/001/2018-1-009>
- Blender (n.d.). *Blender*. Dostupné 25.3.2023 z <https://www.blender.org/>
- Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2018). Open Innovation: Research, Practices, and Policies. *California Management Review*, 60(2), 5–16. <https://doi.org/10.1177/0008125617745086>
- Bowman D. A., & McMahan R. P. (2007). *Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough?* vol. 40, no. 7, pp. 36-43, July 2007, doi: 10.1109/MC.2007.257.
- Cejnarová, A. (4. červen 2015). Technickyportal.cz. Načteno z Technický týdeník: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html
- CIE Group. (2022). *Předávací protokol*. Interní dokumenty podniku CIE Group se sídlem v Plzni.
- CVE (2020). *Industry 4.0: Risks and Security Measures Fraunhofer Institute for Secure Information Technology*. Dostupné 10.1.2023 z <https://www.sit.fraunhofer.de/en/publications/industry-40-risks-and-security-measures.html>
- Davies, A. (2022, June 10). *Agile vs waterfall: Which methodology is right for your project*. DevTeam.Space. <https://www.devteam.space/blog/agile-vs-waterfall-which-methodology-is-right-for-your-project/>

- Deloitte (2019) *The Future of Manufacturing: Five Key Trends*. Dostupné 10.1.2023 z <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing/future-of-manufacturing-trends.html>
- Doležal, J. & kol.(2016). *Projektový management: Komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Grada
- Encyclopedia Britannica (2022). *Industrial revolution*. Dostupné 24.11. 2022 z <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
- Enisa (2019). *Industry 4.0: Opportunities and Risks* European Union Agency for Cybersecurity. Dostupné 10.1.2023 z <https://www.enisa.europa.eu/publications/industry-40-opportunities-and-risks>
- Gao, Z. (2020). *From Industry 4.0 to Robotics 4.0-A Conceptual Framework for Collaborative and Intelligent Robotic Systems*. *Procedia Manufacturing*, 46, s. 591-599
- German Trade & Invest. (2014). *Industrie 4.0 – Smart manufacturing of the future*. Dostupné z <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/documents-folder/policies/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai>
- Gilchrist (2016). *Industry 4.0 : The Industrial Internet of Things*. Berkley. aPress. ISBN 9781484220467.
- Google (2023). *Glass*. Dostupné 10.1.2023 z <https://www.google.com/glass/start/>
- Greenwald, W. (2017). *HTC Vive Review*. <https://www.pcmag.com/reviews/htc-vive>
- Greenwald, W. (2021). *Valve Index VR Kit Review*. PCMAG. <https://www.pcmag.com/reviews/valve-index-vr-kit>
- Haradhan, M. K. (2019). The first industrial revolution: Creation of a new global human era. *Journal of Social Sciences and Humanities* 5(4), 377–387. ISSN: 2381-7771
- Hayre, C.M., Muller, D.J., & Scherer, M.J. (Eds.). (2020). *Virtual Reality in Health and Rehabilitation* (1st ed.). CRC Press.
- Huggett, C. (2018). *Virtual Reality Basics* (2nd ed.). ATD Press
- Intenta (2022). *Virtual reality: Opportunities & risks*. Dostupné 28.3.2023 z <https://intenta.digital/perspectives/virtual-reality-opportunities-risks/>
- Isomaki, A. (2018). *Open Innovation – What it is and how to do it?* Viima. <https://www.viima.com/blog/open-innovation>
- Karlíček, M., Machek, M., Novinský, M., Chytková, Z., Dvořák, J., Bartoš, P., Koudelka, J., Tyll, L., Tahal, R., Mařík, J., Říha, D., & Pištělák, P. (2018). *Základy marketingu*. Grada Publishing.
- Kerzner H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Twelfth ed. Wiley & Sons, Inc.
- Lang, B. (2019). *UCLA surgical training study shows VR beats traditional training by 130 %*. Road to VR. <https://www.roadtovr.com/ucla-vr-surgical-training-study-osso-vr/>
- Lesserre, S. (2020). *VR Gartnerhype cycle: Is virtual reality hype or hope?* <https://blog.techviz.net/gartner-hype-cycle-virtual-reality-hype-or-hope>

- Li, D. (2022). *How virtual reality is transforming healthcare*. U.S. Chamber of Commerce. <https://www.uschamber.com/technology/how-virtual-reality-is-transforming-healthcare>
- Lilia Dvořáková & kol. (2022). *Adaptace malých a středních podniků v sektoru služeb na podmínky Společnosti 4.0*. Aleš Čeněk
- Linden, A. & Fenn, J. (2003). *Gartner's Hype Cycle Model*. https://www.researchgate.net/figure/Gartners-Hype-Cycle-Model-Linden-Fenn-2003_fig2_339773007
- Lochmanová, A. (2020). Adaptace a vzdělání pracovníků v prostředí výrobních podniků – nové trendy. ResearchGate. DOI: 10.24132/PI.2020.09693.110-137
- Lutkevich, B., & Earls, A. R. (7. prosince 2021). *What is a drone? - definition from whatis.com*. IoT Agenda. <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/drone>
- MagicLeap (2023). *Device*. Dostupné 10.1.2023 z <https://www.magicleap.com/magic-leap-2>
- Machová, K. (2018). Nástupnictví v rodinných podnicích v České republice. *ACC Journal*, 24(2), 48-60. DOI:10.15240/tul/004/2018-2-005
- ManagementMania (2015). Vodopádový model (Waterfall model). Dostupné 5.1.2023 z <https://managementmania.com/cs/vodopadovy-model-waterfall-model>
- ManagementMania (2016). *Řízení projektů (Project Management)*. ManagementMania.com. Dostupné 5.10.2023 z <https://managementmania.com/cs/metody-rizeni-projektu>
- Mařík, V. & kol. (2016). *Průmysl 4.0 – Výzva pro Českou republiku*. Management Press.
- McKinsey & Company (2022). *What are industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR?* Dostupné 10.1.2023 z <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>
- Mersino, A. (2019). *There is no Spotify model for scaling agile*. Vitality Chicago Inc. Dostupné 7.1.2023 z <https://vitalitychicago.com/blog/there-is-no-spotify-model-for-scaling-agile/>
- Microsoft (2019). *Průvodce základy řízení projektů*. Dostupné 7.1.2023 z <https://www.microsoft.com/cs-cz/microsoft-365/business-insights-ideas/resources/guide-for-project-management>
- Mit Sloan Management (2018). *The Risks and Rewards of Industry 4.0*." Dostupné 10.1.2023 z <https://sloanreview.mit.edu/article/the-risks-and-rewards-of-industry-4-0/>
- Peak, S. (2023). *Business: How virtual reality technology is changing manufacturing?* <https://www.business.com/articles/virtual-reality-changing-manufacturing/>
- PM Consulting (2022). *Agilní manifest*. Dostupné 7.1.2023 z <https://www.pmconsulting.cz/slovníkovy-pojem/agilni-manifest/>
- PMI (2023) *What is Project Management?* Dostupné 5.1.2023 z <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi/what-is-project-management>

- PricewaterhouseCoopers (n.d). *How virtual reality is redefining soft skills training*. Dostupné 25.3.2023 z <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/virtual-reality-study.html>
- Project Management Institute (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*. 5th ed. Newton square
- Rady pro bezpečné nakupování na internetu (n.d.). Dostupné 20. 9. 2021 z <http://www.bezpecnyinternet.cz/pokrocily/nakupovani-pres-internet/rady.aspx>
- Ruthenbeck, G., & Reynolds, K. (2014). *Virtual reality for medical training: The state-of-the-art*. *Journal of Simulation*.
- Sandström, A. (2022). *HoloLens 2: The future of remote support*. *HoloLens 2: the future of remote support*. <https://www.xmreality.com/blog/hololens2>
- ScienceSoft. *Virtual Reality (VR) in Healthcare: Key and Latest Facts*. (2022). Dostupné 6.1.2023 z <https://www.scnsoft.com/virtual-reality/healthcare>
- Scrum.org (2023). What is Scrum? Dostupné 7.1.2023 z <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>
- Schmalstieg, D., & Feiner, S. (2008). Augmented reality: a new medium for education? *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 9(2), 96-105.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Schwab, K. (2020). *Industry 4.0: The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/what-is-industry-4-0-fourth-industrial-revolution-manufacturing-iot-ai/>
- Skalický, J., Jermář, M., & Svoboda, J. (2010). *Projektový management a potřebné kompetence*. Západočeská univerzita.
- SoftwareTestingHelp, 2023. AR vs VR: Difference between augmented vs virtual reality. Dostupné 5.1.2023 z <https://www.softwaretestinghelp.com/ar-vs-vr-comparison/>
- Stein, S. (2022). *The quest 2 is more expensive, but it's still the best VR headset for now*. CNET. <https://www.cnet.com/tech/gaming/facebook-oculus-quest-2-vr-review-one-of-my-favorite-game-consoles/>
- Sutherland J. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. CornerStone.
- TechnoLush. (2019). *Difference between AR, VR, and MR*. Dostupné 5.1.2023 z <https://www.technolush.com/blog/difference-between-ar-vr-and-mr>
- Vacek J., 2008, *Strukturování a hodnocení inovačních procesů*. Západočeská univerzita v Plzni. Dostupné 20.1.2023 z: http://www.kip.zcu.cz/kursy/imi/IMI2009/habil_JV.pdf
- Veber, J. a kol., 2016, *Management inovací*. Praha

- Velliyur, M. (2019). *The Fourth Industrial Revolution is here – what makes it different?* Medium. <https://medium.com/@vmahesh/the-fourth-industrial-revolution-is-here-what-makes-it-different-8264720e88a2>
- VR.Space (2022). *What are the risks of virtual reality?* Dostupné 28.3.2023 z <https://vr.space/news/health/vr-risks/>
- VRMedical (2023). *VR Medical*. Dostupné 20.3.2023 z <https://www.vrmedical.cz/>
- VRTraining (2023). *VR School*. Dostupné 20.3.2023 z <https://www.vrtraining.services/cs/vr-school/>
- VRTraining (2023). *VR Training*. Dostupné 20.3.2023 z <https://www.vrtraining.services/>
- VRTraining (2023). *We take training into another reality*. Dostupné 10.1.2023 z <https://www.vrtraining.services/>
- White, K. R. J. (2008). *Agile project management: a mandate for the changing business environment*. Newtown Square.
- Wohlgenannt, I., Simons, A. & Stieglitz, S. Virtual Reality. *Bus Inf Syst Eng* **62**, 455–461 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00658-9>
- Wu, B., Chen, Y., & Liu, Y. (2018). Research on augmented reality technology and its applications. *International Journal of Virtual Reality*, 17(1), 1-13.

Seznam zkratek

IoT – internet věcí

VR – virtuální realita

AR – rozšířená realita

GDPR – ochrana osobních údajů

IT – informační technologie

HW – hardware

SW – software

VRT – VR Training

BOZP – bezpečnost a ochrana zdraví při práci

PO – požární ochrana

OOPP – osobní ochranné pracovní prostředky

PP – požární prevence

ISO – mezinárodní organizace pro standardizaci

Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet školených pracovníků	63
Tabulka 2: Jednotkové režijní náklady firmy	63
Tabulka 3: Měsíční průměrné osobní náklady	63
Tabulka 4: Parametry kalkulace	64
Tabulka 5: Současná struktura tréninku.....	65
Tabulka 6: Náklady na školení pomocí VR.....	66
Tabulka 7: Náklady na licenci pro školení – onboarding zaměstnanců	66
Tabulka 8: Počet vznikajících oprav a reklamací	67
Tabulka 9: Personální náklady na opravy	68
Tabulka 10: Personální náklady – VR	68
Tabulka 11: Vyhodnocení cost benefit analýzy	69
Tabulka 12: Analýza rizik.....	71
Tabulka 13: Mapa rizik.....	72

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení inovací: 4P	9
Obrázek 2: Uzavřené vs otevřené inovace.....	12
Obrázek 3: Princip vodopádového vs agilního řízení.....	15
Obrázek 4: Vodopádový vs agilní přístup	16
Obrázek 5: Využívání agilních metod	18
Obrázek 6: Scrum Framework (rámeček)	19
Obrázek 7: Přehled průmyslových revolucí.....	22
Obrázek 8: VR vs AR vs MR	28
Obrázek 9: Microsoft HoloLens	32
Obrázek 10: Magic Leap One.....	33
Obrázek 11: Google Glass Enterprise.....	33
Obrázek 12: Gartner hype cyklus	34
Obrázek 13: Využívání VR ve zdravotnictví.....	37
Obrázek 14: Využívání VR v průmyslu	38
Obrázek 15: Výsledky výzkumu společnosti PWC.....	42
Obrázek 16: Čas potřebný k dokončení tréninku.....	43
Obrázek 17: Sebedůvěra	43
Obrázek 18: Průměrný emocionální prožitek ve 3 různých typech školení	44
Obrázek 19: Logo CIE Group.....	47
Obrázek 20: Logo společnosti VR Medical.....	49
Obrázek 21: Ukázka aplikace společnosti VR Medical.....	50
Obrázek 22: Logo společnosti VRTraining	50
Obrázek 23: Ukázka aplikace společnosti VR Training – školení zaměstnanců.....	52
Obrázek 24: Ukázka aplikace společnosti VRT – hromadná dopravní nehoda	52

Obrázek 25: Logo společnosti VRSchool.....	53
Obrázek 26: Ukázka aplikace společnosti VRSchool – chemický pokus	53
Obrázek 27: Komplexní řešení VRT	58
Obrázek 28: Autonomní kufr	59
Obrázek 29: Meta Quest2	59
Obrázek 30: Sada Meta Quest 2	60
Obrázek 31: Ukázka způsobu ovládnání virtuální realita pomocí ovladačů.....	61
Obrázek 32: Ukázka způsobu ovládnání virtuální realita pomocí hand trackingu.....	61

Abstrakt

Dufek, P. (2022). *Virtuální a rozšířená realita jako nástroj pro rozvoj společnosti* [Diplomová práce, Západočeská univerzita v Plzni].

Klíčová slova: virtuální realita, rozšířená realita, inovace, management projektů, agilní řízení, průmysl 4.0, cost benefit analýza, analýza rizik

Diplomová práce se zabývá nástroji čtvrté průmyslové revoluce, a to virtuální a rozšířenou realitou. Cílem této práce je charakterizovat implementaci virtuálního tréninku v průmyslu, popsat jeho projektového plány a určit přínosy projektu pro firmu i autora. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsán management inovací, management projektů a na závěr teoretické části jsou charakterizovány průmyslové revoluce. Nejvíce se autor věnuje čtvrté průmyslové revoluci, a to zejména nástroji průmyslu 4.0, virtuální a rozšířené realitě. Úvod praktické části se zabývá charakteristikou virtuální reality v průmyslu. Následně je popsán vybraný projekt a jeho vývoj. V této části je dále definován hardware a software využívaný společností CIE Group. Na konci praktické části je vypracována cost benefit analýza, charakterizována rizika projektu a jeho benefity. V závěru práce jsou shrnuty výsledky a na základě získaných zkušeností jsou navržena doporučení.

Abstract

Dufek, P. (2022). *Virtual and augmented reality as a tool for company progress*. [Master's Thesis, University of West Bohemia].

Key words: virtual reality, augmented reality, innovation, project management, agile management, industry 4.0, cost benefit analysis, risk analysis

The thesis deals with the topic of the tools of the fourth industrial revolution, namely virtual and augmented reality. The aim of this thesis is to characterize the implementation of virtual training in industry, describe its project plans and identify the benefits of the project for the company and the author. The thesis is divided into theoretical and practical parts. The theoretical part describes innovation management, project management and at the end of the theoretical part industrial revolutions are characterized. The author focuses most on the fourth industrial revolution, and in particular on Industry 4.0 tools, virtual and augmented reality. The introduction of the practical part deals with the characteristics of virtual reality in industry. Subsequently, the selected project and its development are described. In this part, the hardware and software used by the CIE Group is further defined. At the end of the practical part, a cost benefit analysis is developed, characterizing the risks of the project and its benefits. The thesis concludes by summarizing the results and proposing recommendations based on the lessons learned.