

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA EKONOMICKÁ**

Diplomová práce

**Inovace v kontextu Smart City**

**Innovation in context of Smart City**

Bc. Petr Strnad

Plzeň 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

*„Inovace v kontextu Smart City“*

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

Plzeň dne 25.4.2022

v.r. Petr Strnad

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Vackovi Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a flexibilní, rychlou a hodnotnou komunikaci po celou dobu vedení práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě CIE-Group za čas a ochotu, kterou mi věnovali. Zejména pak členům managementu a vývojového týmu, kteří mi byli velice nápomocní při nabývání znalostí o této problematice.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Mgr. Danielovi Namovi za poskytnutý rozhovor, který byl základem pro kvalitativní hodnocení inovace.

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inovace</b> .....	<b>9</b>
1.1 Typy inovací.....	10
1.2 Inovační strategie.....	14
1.3 Etapy procesu inovace.....	15
1.4 Rizika.....	16
<b>2 Koncept Smart City</b> .....	<b>17</b>
2.1 Definice Smart City.....	19
2.2 Základní charakteristiky Smart City.....	20
2.2.1 Smart Economy .....	21
2.2.2 Smart Environment .....	21
2.2.3 Smart Governance .....	21
2.2.4 Smart Living.....	22
2.2.5 Smart Mobility .....	22
2.2.6 Smart People .....	23
<b>3 Průmysl 4.0</b> .....	<b>24</b>
3.1 Průmyslové revoluce .....	24
3.2 Nástroje Průmyslu 4.0 .....	27
3.3 Přínosy Průmyslu 4.0.....	30
3.4 Průmysl 4.0 a virtuální realita.....	32
<b>4 Virtuální realita (VR)</b> .....	<b>33</b>
4.1 Rozšířená vs virtuální realita .....	34
4.2 Možnosti využití VR .....	35
<b>5 Představení CIE Group</b> .....	<b>38</b>
<b>6 Virtuální realita a vzdělávání</b> .....	<b>43</b>

6.1	Stav ve školách bez VR.....	43
6.2	Přínosy inovace .....	44
<b>7</b>	<b>Průběh inovace.....</b>	<b>46</b>
7.1	Informativní setkání .....	46
7.1.1	Vývoj .....	47
7.1.2	Hardware.....	53
7.2	Workshop .....	55
7.3	Pilotní verze .....	56
7.4	Implementace .....	57
<b>8</b>	<b>Obsah inovace .....</b>	<b>59</b>
8.1	Předměty .....	60
8.2	Hardware inovace.....	64
8.3	Software inovace.....	65
8.4	Služby a dokumenty.....	65
<b>9</b>	<b>Zhodnocení inovace .....</b>	<b>67</b>
9.1	Rozpočet inovace .....	67
9.2	Rizika inovace.....	71
9.2.1	Rizika spojená s inovací .....	71
9.2.2	Rizika spojená s používáním VR.....	73
9.3	Kvalitativní hodnocení .....	75
	<b>Závěr .....</b>	<b>76</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>78</b>
	<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>84</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>85</b>
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>86</b>
	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>87</b>

<b>Přílohy .....</b>	<b>88</b>
<b>Abstrakt.....</b>	<b>94</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>95</b>

# Úvod

V posledních letech se celý svět zrychluje a klade se čím dál větší důraz na bezpečnost, efektivní řešení a inovativnost. Inovace s cílem přetvářet město na „chytré město“, neboli Smart City, je velice aktuální téma, se kterým se denně setkává čím dál větší množství lidí. Většina z nás si pod tímto pojmem nejčastěji představí přísun nových technologií do složitých systémů dopravy, veřejného osvětlení nebo velkých firem. Málokdo ví, že prvky Smart City je možné nalézt i v mnohem menších projektech.

Hlavní myšlenkou celého konceptu Smart City je využívat moderní technologie tak, aby občanům zpříjemňovaly život a napomáhaly v cestě za svými cíli v podnikání nebo zaměstnání. Hnací silou celého konceptu jsou nová, efektivnější a méně nákladná řešení, kterých se snaží firmy, organizace i celá společnost dosahovat zejména moderními technologiemi. Mezi menší projekty, které splňují podmínky pro zařazení do konceptu Smart City patří například nové formy vzdělávání zaměstnanců nebo žáků ve školách. Touto problematikou se bude zabývat tato diplomová práce, která nese název „*Inovace v kontextu Smart City*“.

Toto téma jsem si vybral proto, abych lépe pochopil smysl celého konceptu v teoretické rovině a mohl následně prakticky představit inovaci, která bude popsána v praktické části. Jedná se o novou formu vzdělávání spadající do jedné z oblastí Smart City, která se nazývá „Smart People“. Inovace je zaměřena na zavádění virtuální reality do vyučování na základních a středních školách.

Cílem práce je popsat vybranou inovaci implementace virtuální reality a následně zhodnotit z finančního i uživatelského hlediska. Pro účely diplomové práce byl zvolen projekt ve spolupráci s plzeňskou firmou CIE-Group, která se na tuto oblast specializuje.

Práce bude rozdělena do devíti kapitol. V první kapitole budou popsány typy inovací na základě publikací od různých autorů. Dále se bude věnovat rizikům, jak je analyzovat a ošetřit. V druhé kapitole bude představeno několik definic Smart City, poté bude popsán samotný koncept a šest oblastí. Ke každé oblasti bude přiřazen jeden příklad, který již v České republice nebo ve světě funguje.

Třetí kapitola se zaměří na Průmysl 4.0 včetně nástrojů, které se v něm využívají a hlavních přínosů, které sebou přináší. V návaznosti na povahu inovace, která bude součástí praktické části bude podrobněji rozebráno propojení virtuální reality s Průmyslem 4.0.

Poslední teoretická kapitola bude obsahovat popis virtuální reality, možnosti, které nabízí a odvětví, kde je možné virtuální realitu v dnešní době využít nebo se již využívá. Jedná se zejména o trénink zaměstnanců a školení nebo zaučování pracovníků ve výrobě.

Druhá část práce bude věnována inovaci ve vzdělávání pomocí aplikací ve virtuální realitě. V páté kapitole bude představena firma CIE-Group a její dceřiné firmy, které se zabývají návrhem a vývojem aplikací pro tuto technologii. Každá však pro jiný obor.

V šesté kapitole bude popsán stav, který je ve školách nyní a v návaznosti na to budou nalezeny přínosy, které může používání aplikací ve virtuální realitě škole, žákům a učitelům přinést.

Sedmá kapitola se zaměří na průběh inovace. Budou zde popsány 4 hlavní fáze, ze kterých se inovace skládá. Pro implementaci inovace budou představeny dvě varianty, které mají školy na výběr včetně jejich porovnání. Bude popsán také vývoj aplikací pomocí zvoleného softwaru a hardware, který je využíván při vývoji a pro spouštění aplikací.

Předposlední kapitola bude shrnovat informace o obsahu celé inovace. Následuje specifikace hardwaru, který se do škol dodává včetně doplňkových služeb nabízených firmou a popis dokumentů, které je nutné při implementaci ve škole nechávat.

Devátou kapitolu bude tvořit zhodnocení inovace. Bude sestaven rozpočet, který bude znázorňovat všechny varianty, které je možné do školy implementovat. Další částí bude porovnání nákladů inovace s reálnými projekty na výstavbu nebo renovaci laboratoře ve školách. Následně budou definována rizika inovace včetně jejich ošetření. Poslední částí hodnocení bude rozhovor s uživatelem, který na základě připravených otázek bude hodnotit fungování inovace ve vybrané škole a přínosy, který za dobu užívání vypořádal.



# 1 Inovace

Význam slova inovace pochází z latinského „innovatio“, které lze chápat jako změnu k něčemu novému nebo zkráceně jako nějakou novinku. Tato změna by měla pomoci v zdokonalení produktu nebo procesu. Jde o zlepšení od samotného základu, přes vývoj až po realizaci. (Vlček, 2011)

S pojmem inovace se začal mezi prvními zabývat politolog a ekonom J. A. Schumpeter. Dle Schumpetera byly inovace podstatné v rozvoji tržních ekonomik. V jeho teorii inovací jako první rozvinul klasifikaci na nový statek, nové suroviny, novou technologii, nové organizační uspořádání a nový trh. Na Schumpetera navázal ekonom a filozof Peter F. Drucker. Rozpracoval Schumpeterovu teorii inovace a rozvinul ji o své myšlenky a zkušenosti. V dnešní době se s inovacemi setkáváme nejen v ekonomických souvislostech, jako tomu bylo dříve, ale i v dalších různých oblastech společenského života. (Dvořák, 2006) (Veber, 2016)

V oblasti bádání se inovace dle Müllera (2017, s. 17) využívá pro: *„zkoumání systematického zdokonalování prostředků produktivních činností a společenských okolností, které vedou k mobilizaci tohoto prostředku výroby i k reflexi jeho důsledků pro společnost. Pojem inovace se tedy ustavuje v oblasti sociálních zejména v ekonomických věd jako poznávací prostředek, který umožňuje zkoumat významy technického vědění při zdokonalování prostředků výroby.“*

V podnikání se inovace úzce spojují s udržením konkurenceschopnosti firmy na trhu. Nezaměření se na inovace může s velkou pravděpodobností znamenat neúspěch v odvětví. Zákazníci mají čím dál vyšší požadavky a firmy jsou nuceny na ně reagovat. Pozitivním vztahem k inovacím může podnik udržet konkurenceschopnost na zdravé úrovni a může si udržet své místo na trhu. (Švejda, 2007)

Podstatou inovace je přetvořit skvělý nápad na zlepšení v reálné provedení. Nápad je prospěšný ve chvíli, kdy je jej možné prakticky předvést, změřit pomocí vhodných metrik a následně zhodnotit, že došlo k zvýšení efektivity nebo navýšení zisku. Inovační proces je vytvořen nápadem a následně díky implementaci vede k vytvoření produktu. (Bessant, 2009)

## 1.1 Typy inovací

V následující kapitole bude porovnáno několik způsobů, jakými jsou inovace děleny dle různých autorů. V kapitole bude zmíněno dělení dle J. A. Schumpetera, podle 4P, Oslo manuálu a jako poslední bude představeno dělení dle intenzity.

### 1. Typy inovací dle Schumpetera

Mezi první klasifikace inovací patří rozdělení J. A. Schumpeter z 30. let 20. století, který inovace dělí na:

- nový statek, doposud neznámý produkt pro spotřebitele či produkt nové kvality
- nové technologie
- nový trh
- nové suroviny
- nové organizační uspořádání (Veber, 2016)

J. A. Schumpeter přišel s teorií, že ekonomický vývoj se zakládá na inovacích. Ve své podstatě inovace rovnováhu trh nejdříve naruší (kreativní destrukce), ale následně ji opět navodí ve vyšší kvalitativní úrovni. (Veber, 2016)

### 2. Dělení podle 4P

Inovace je možné označit jako změnu, kterou je možné zaznamenat v různých formách. Následující čtyři kategorie představil Tidd a kol. (2011) a označili je jako 4P inovace:

#### **Inovace produktu**

Inovace produktu spočívá ve změně samotného produktu nebo služby, která je firmou nabízena. Jako příklad může být uveden nový design automobilů, telefonů, změny v pojištěních a další.

#### **Inovace procesu**

Inovace procesu je změna ve způsobu, jakým jsou produkty nebo služby tvořeny a následně doručovány zákazníkům. Typickým příkladem je vylepšení techniky pro dělníky, změna v použití přístrojů při výrobě a softwarového prostředí pro pracovníky v kancelářích.

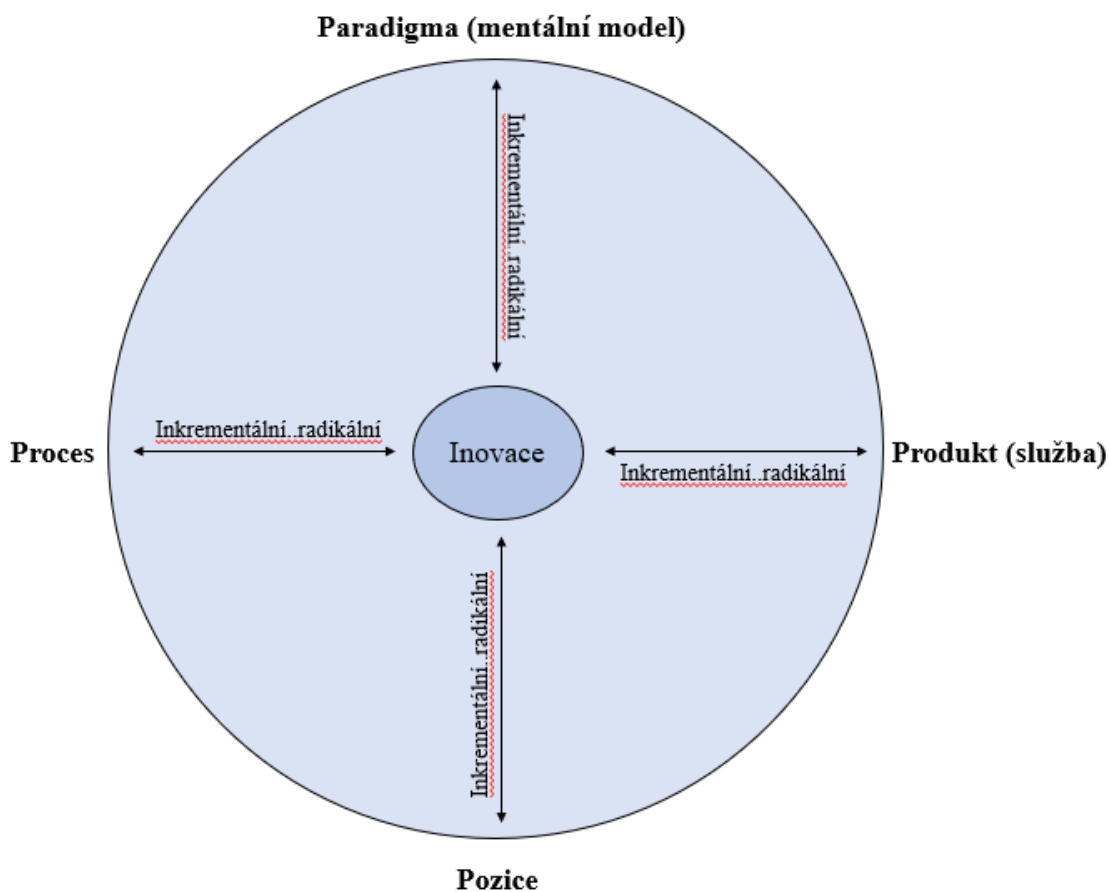
## Inovace pozice

Inovace pozice spočívá ve změně v přístupu k uvádění produktu či služby na trh. Jedná se o změny business modelů, změny trhů a cílových skupin pro své produkty nebo služby.

## Inovace paradigmatu

„Inovace paradigmatu je změna v základovém mentálním modelu, který tvoří rámec toho, co organizace dělá.“ (Tidd, Bessant, Pavitt, 2007, str. 11) Jako příklad je možné uvést změnu ve vnímání některých produktů, jako telefonů nebo deštníků. V dnešní době se jejich vnímání změnilo z využití z praktického hlediska na volání (telefon) a ochranu před deštěm (deštník) i na módní doplňky. (Tidd, 2007)

Obrázek 1: Dělení inovací podle 4P



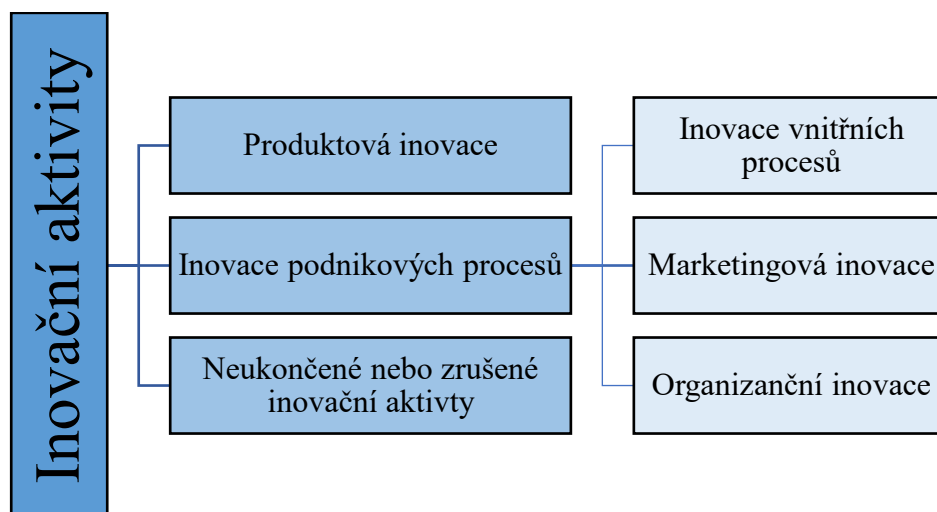
Zdroj: Bassant & Tidd (2011, s. 33), zpracováno autorem

### 3. Dělení dle Oslo manuálu

Oslo manuál (OECD/Eurostat, 2018) je příručkou pro klasifikaci a hodnocení inovací OECD. Do roku 2018 se inovace dělily na čtyři typy. Prvním typem byla inovace produktu. Druhým typem byla inovace procesu a další byla marketingová a organizační

inovace. Od roku 2018 se toto dělení přestalo používat a zavedlo se dělení na produktové inovace a inovace podnikových procesů, které obsahují marketingové, procesní a organizační inovace. Pro přehlednější zobrazení nynějšího dělení byl vytvořen obrázek 2.

Obrázek 2: Klasifikace inovací dle Oslo manuálu (2018)



Zdroj: (Český statistický úřad, 2018), zpracováno autorem

### **Produktová inovace**

Produktová inovace představuje zavedení významně zdokonaleného či nového výrobku nebo služby na trh. Zahrnuje významné zlepšení technických specifikací, komponent a materiálů. Patří mezi ně např. vylepšený software nebo uživatelské rozhraní, které je u produktu využíváno. Hlavní rozdíl oproti inovacím podnikových procesů je, že jsou prodávány rovnou zákazníkům.

- Inovace výrobku – významné zlepšení stávajících výrobků (změna ve složení, materiálu, komponent, charakteristik – vede ke zlepšení)
- Inovace služby – významné zlepšení ve způsobech v poskytování služeb zákazníkům (změna v rychlosti, účinnosti, rozsahu či rozšíření nabídky služeb)

### **Inovace podnikových procesů**

Inovací podnikových procesů je myšleno zavedení nového nebo podstatně zlepšeného procesu uvnitř podniku. Patří sem například marketingové metody nebo změny v organizaci.

- Inovace vnitřních procesů v podniku – zavedení nového nebo podstatného zlepšení způsobu výroby nebo poskytování služeb (nové IT systémy, podpůrné procesy jako je údržba, nákup, účetnictví, skladování, distribuce, změna software)

- Marketingová inovace – zlepšení způsobu obchodování a propagace výrobku a služeb (změna designu, obalů, propagace, cenové strategie, analýza trhů, hledání nových příležitostí)
- Organizační inovace – vylepšení vztahu dodavatel-odběratel, přeorganizování v lidských zdrojích nebo nalezení outsourcingu některých služeb (změna organizační struktury, využívání znalostí v podniku, zefektivnění prací) (Český statistický úřad, 2018) (OECD/Eurostat, 2018)

#### **4. Dělení dle intenzity**

Inovace je možné rozdělit také podle intenzity na inkrementální a radikální. Hlavní rozdíl mezi těmi to dvěma typy inovací je v rozsahu nového řešení, které změna přinese. Hlavním cílem tohoto rozdělení je zařazení dle kvalitativní stránky inovačního procesu.

##### **Inkrementální inovace**

Při inkrementální inovaci dochází jen k dílčím změnám, které jsou výsledkem technologického vývoje celého odvětví a požadavků trhu a jsou nutné. Jsou spojené s vylepšováním stávajícího kvalitativního stupně výrobku, procesu nebo služeb. Příkladem může být zeštíhlování výroby. (Vacek, 2008)

Výhody inkrementálních inovací jsou v ušetření nákladů na zaškolování zaměstnanců, nepotřeba změny dodavatelů, nižší náklady a nižší riziko vzhledem k tomu, že se firma primárně obrací na existující trhy. Změny se týkají menších kroků, které by měly vést k navýšení produkce při pozvolném zvyšování kvalitativního stupně a snižování nákladů. Nevýhodou je, že zisk firem neroste nijak strmým tempem, proto jsou firmy v delším časovém horizontu nuceny inovovat radikálněji, aby zůstaly konkurenceschopné. (Vlček, 2010) (Tidd, 2007)

##### **Radikální inovace**

Radikální inovace spočívá v zavedení nebo nahrazení produktu nebo procesu úplně novým odlišným řešením, které ve firmě zatím nebylo a je spojeno velmi často s vysokou investicí. Jedná se hlavně o náklady na výzkum a vývoj, který je se změnou spojený. S náklady je zároveň spojeno vysoké riziko v případě neuchycení nového výrobku na trhu. Za příklad může být považována změna v zavedení placení platebními kartami u terminálů nebo přechod z dopisů na elektronickou poštu. (Vacek, 2008) (Vlček, 2010)

## 1.2 Inovační strategie

Než se firma rozhodne implementovat novou inovaci je nutné, aby si stanovila, s jakou strategií bude pracovat pro naplnění inovačních záměrů. Také je důležité mít připravenou strategii pro prezentaci stakeholderům. V následující kapitole jsou představeny dva přístupy k vytvoření inovační strategie.

### Strategie modrých oceánů

Strategie modrých oceánů byla publikována v roce 2005 dvojicí ekonomů W. Chan Kim a Renée Mauborgne v knize *Blue Ocean Strategy* (Kim, 2018). Tato strategie spočívá v hledání zcela nového prostoru pro svůj produkt a být tak první na trhu. Tento produkt se tak ocitne v prostředí bez konkurence nebo tam, kde je konkurence slabá. V takovém případě se odlišuje od ostatních v přínosu, který žádný jiný produkt na trhu nemá a zákazník si ho tak nemá jakým způsobem porovnat s jiným. Je nutné tedy rozšířit průzkum mezi zákazníky nejen na stávající, ale i na nové, kteří by potencionálně mohli mít zájem o produkt. Na rozdíl od strategie „rudých oceánů“, kdy firma konkuruje cenou, reklamou a místem na trhu, je strategie „modrých oceánů“ mnohem náročnější, trvá delší časové období a nese i větší riziko, které firma musí podstoupit. (Veber, 2016)

### Strategie otevřených inovací

V oblasti inovací se v současnosti převážně využívá otevřené inovační strategie. Je však nutné znát i uzavřenou inovaci, která spočívá ve spoléhání se firmy na znalosti a odbornost svých vlastních zaměstnanců. Jedná se tedy o čistě interní inovaci, která je zatajována před konkurencí a veškerým okolím. Nevýhodou je stále stejný úhel pohledu na inovaci, protože strategie stojí na vlastních pracovnících, které podnik zaměstnává na plný pracovní úvazek. Na rozdíl od uzavřené inovace je otevřená inovace v praxi mnohem více využívána.

Otevřená inovace je prováděna pomocí outsourcingu. Ten spočívá hlavně v zapojení externích subjektů, např. studentů či zákazníků, kteří mohou přinést nové nápady, impulsy a náhledy na realizaci inovace. Jejich hlavní výhodou je snížení nákladů, oslovení širšího spektra lidí, kteří mohou být při implementaci nápomocni, zrychlení a přisun nového know-how do procesu inovace. Negativní vliv, který provází otevřené inovace, je možná ztráta konkurenční výhody při odhalení interních informací v procesu inovování.

Druhým směrem, který se týká otevřené strategie inovací je směr z firmy ven, kdy firma své know-how prodává v podobě licencí, což pomůže nahradit část nákladů vynaložených na výzkum a vývoj. V obou případech jak z venku do firmy, tak naopak z firmy ven, je důležitá ochrana duševního vlastnictví. (Veber, 2016)

### 1.3 Etapy procesu inovace

Dle Švejdy (2007) má proces inovace 5 etap:

1. **Inovační impuls** – může přijít z interního i externího prostředí. Může jít o technologický pokrok, který firma chce využít, rozvoj trhu apod. Na druhou stranu z interního prostředí se může jednat o lepší využívání kapacit. Je nutné vycházet ze správně zvolených analýz (např. SWOT, PEST analýza).
2. **Tvorba námětů** – jsou vytvářeny pomocí brainstormingu a dalších metod podpory kreativity vlastních zaměstnanců nebo externích analýz (analýza konkurence, benchmarking, publikace, informace od dodavatelů, zákazníků).
3. **Selekce a výběr námětů** – jde hlavně o vyloučení námětů, které nejsou technicky proveditelné nebo nemají tržní potenciál a následně v další části zhodnotit pomocí metod (např. hodnocení efektivnosti investic, multikriteriální rozhodování) a vybrat náměty nejvhodnější k realizaci.
4. **Prosazování námětů** – v této etapě nastává otázka, jestli vybrané náměty budou mít úspěch na trhu. Jinak řečeno, jestli inovovaný výrobek bude konkurenceschopný. Velký vliv hraje zákazník a jeho preference. Inovovaný produkt musí zvítězit kvalitou a cenou, za kterou budou zákazníci ochotni utráct – pomocí metody target costing. Na základě provedených analýz je pak vybrán námět k realizaci.
5. **Komericializace** – poslední etapou je uvedení na trh, kdy se řeší finální stanovení ceny, způsob propagace a distribuce k zákazníkům.

## 1.4 Rizika

Každá inovace sebou nese určitá rizika, které je nutné si v počátku inovace dobře identifikovat a zvolit vhodný způsob jejich ošetření. Doležal (2016, s. 198) definuje ve své knize *Projektový management podle IPMA* (Doležal & kol., 2016) riziko jako „nejistá událost nebo podmínka, která – pokud nastane – má negativní vliv na dosažení cíle projektu.“

Postup řízení rizik v projektu inovace se skládá z 5 částí. První je identifikace rizik, která má za úkol najít všechna rizika, které by mohla inovaci jakýmkoliv způsobem negativně ovlivnit. Po identifikaci následuje analýza rizik, která přiřazuje rizikům jejich pravděpodobnost výskytu a vážnost dopadu na realizaci. Následně se rizika zhodnotí a dle toho se rozlišují taková rizika, kterým se musí věnovat pozornost a která lze naopak zanedbat. U rizik, která jsou významná, je nutné vytvořit plán, jakým se budou ošetřovat. To je další část analýzy rizik, tedy ošetření rizik. To může nabývat různých strategií jako je přenesení rizika, akceptace, redukce či zmírnění nebo úplné vyhnutí se riziku. Výstupem je registr rizik. Konečnou fází je monitorování rizik. (Doležal & kol., 2016) (Společnost pro projektové řízení o.s., 2013)

Hodnocení rizik je možné dvěma způsoby – kvalitativně nebo kvantitativně. Vzhledem k povaze projektu, který je náplní diplomové práce se bylo zvoleno kvalitativní hodnocení. Výsledkem je mapa rizik, která je zobrazena v tabulce 1.

Tabulka 1: Mapa rizik

Pravděpodobnost	Dopad na inovaci				
	Velmi nízký	Nízký	Střední	Vysoký	Velmi vysoký
Velmi vysoká					
Vysoká					
Střední					
Nízká					
Velmi nízká					

Význam rizika		
Vysoký	Střední	Nízký

Zdroj: Doležal (2016), zpracováno autorem (2022)



## 2 Koncept Smart City

V následující kapitole je popsán koncept Smart City včetně definic od různých autorů, se všemi složkami, které obsahuje.

Pro většinu lidí se jedná o známý pojem, který se spojuje s překladem „chytré město“ - tedy využití moderních technologií pro provoz města. Jedná se o parkování, tramvaje, využití aplikací na půjčení koloběžek či automatické zalévání zelených ploch ve městě. V konceptu Smart City se však skrývá i velké množství projektů a aplikací, které se soustředí i na vzdělávání lidí, usnadnění života nebo bezpečnost pro občany měst. Termín „Smart City“ je úzce spojen se známějším pojmem „smart technologie“, který je mezi lidmi poněkud rozšířenější. Jedná se o moderní technologie jejichž hlavním rysem je využití moderních technologických nástrojů a jejich využití pro vzdálenou komunikaci, digitalizaci, automatizaci a předávání informací na dálku.

Příkladem jsou chytré telefony, hodinky, televize nebo vybavení domácností. U mnoha těchto vymožeností si občané měst neuvědomují, že nevědomky participují na fungování Smart City prvků v jejich městě.

Praktickým příkladem může být využívání telefonů k placení parkování na dálku v Plzni v projektu „Chytré parkování“, který byl spuštěn v polovině roku 2020. Pomocí aplikace v telefonu s názvem „ParkSimply Plzeň“ je možné pohodlně prodlužovat parkování místo nutnosti dojít k autu a koupit si nový lístek. (Smart City Plzeň, 2020)

Koncept Smart city popsal ve své knize „*Smart City v praxi*“ Ing. Jakub Slavík, MBA. Tento autor Smart city rozděluje do čtyř úrovní a tří pilířů.

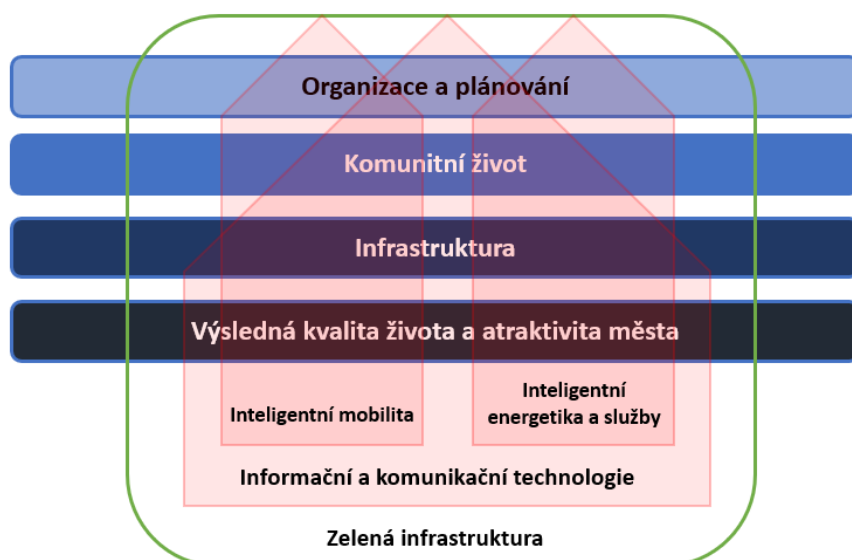
### Čtyři úrovně Smart City

1. **Organizace** – spočívá ve změně struktury a plánování za použití moderních technologií při získávání a zpracovávání dat.
2. **Komunitní život** – propojuje občany a vedení města v podobě informovanosti obyvatel města o dění, získávání návrhů a podnětů na zlepšení žití v daném městě. Město by se mělo snažit své občany vtáhnou do dění.
3. **Infrastruktura** – hlavním cílem je inteligentní řízení (dopravy, energetiky, služeb) pomocí informačních a komunikačních technologií (ICT)
4. **Výsledná kvalita života a atraktivita města** – jedná se o konečný cíl celého konceptu, který je subjektivní a z toho důvodu je těžko měřitelný.

## Tři pilíře Smart City

- 1. Inteligentní mobilita** – využití administrativních opatření a rozvoje k řízení a regulaci dopravy ve městě. Důležitým prvkem je snaha o zpříjemnění hromadné dopravy pro cestující jako alternativy k vlastní dopravě pomocí osobních vozidel či kol apod. Další prvek, který patří do inteligentní mobility, je snaha o zapojení ekologických forem dopravy jako je elektrifikace MHD, podpora v rozvoji elektromobility v podobě dobíjecích stanic nebo carsharingu.
- 2. Inteligentní energetika a služby** – využívání obnovitelných zdrojů energie, moderních technologií pro výrobu elektřiny a tepla a podpora jejich využívání. Přehlednost a řízení spotřeby u budov a vyhledávat úsporná opatření, aby nedocházelo k mrhání elektřinou a teplem. V neposlední řadě se jedná o aplikaci inteligentního osvětlení a zefektivnění nakládání s odpady a spotřebou vody.
- 3. Informační a komunikační technologie (ICT)** – jedná se hlavně o zavedení moderních technologií pro komunikaci mezi městem a jejich občany v ohledu na jejich bezpečí a zdraví. Patří sem například monitoring a včasná informovanost o poruchách v městské infrastruktuře, požární signalizace, ochrana majetku občanů a využití inteligentních platebních systémů ve veřejné dopravě nebo při parkování. (Slavík, 2017) (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018)

Obrázek 3: Smart City



Zdroj: Slavík (2017), zpracováno autorem

## 2.1 Definice Smart City

Pojem „Smart City“ je relativně nový, a proto je možné zaznamenat odlišnosti v pohledu různých autorů na tuto problematiku. Zatím neexistuje jednotná a ustálená definice, která by byla využívána. Je možné se například setkat s definicí, která na Smart City nahlíží jako na propojení obyvatel a infrastruktury města pomocí elektronických prostředků. Do konceptu je integrováno velké množství aspektů, mezi které patří správa městského majetku, informační systémy, dopravní systémy nebo systémy se zaměřením na soudy, školy nebo knihovny. (Musa, 2016). Jak již bylo zmíněno výše, definice se od sebe v určitých pohledech liší, proto bude pro představení konceptu a seznámení s pojmem „Smart City“ představeno několik definic od různých autorů.

*„Smart city tedy neznamená digitální město ani šedé město bez zeleně. Smart city je primárně koncept strategického řízení, který umožňuje využívat moderní technologie ve prospěch občanů a organizací tak, aby se ve městě či regionu příjemně žilo a úspěšně podnikalo, a tedy i dobře platily daně a s radostí se přihlašovalo k trvalému pobytu. Smart city představuje strategický koncept, který je naplňován konkrétními rozvojovými projekty směřovanými do tří základních pilířů Smart city: chytré mobility, chytré energetiky a služeb a chytrých informačních a komunikačních technologií.“* (Slavík, 2017)

Dle studie provedení Evropským parlamentem v roce 2014 s názvem „*Mapping Smart Cities in the EU*“ zní definice Smart city následovně: „*využití informačních a komunikačních technologií (ICT) činí součástí kritické infrastruktury a služby města – které zahrnují správu města, vzdělávání, zdravotní péči, veřejnou bezpečnost, nemovitosti, dopravu a veřejné služby – inteligentnějšími, propojenějšími a efektivnějšími.*“ (European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the U, Millard, Thaarup, & Pederson, 2014)

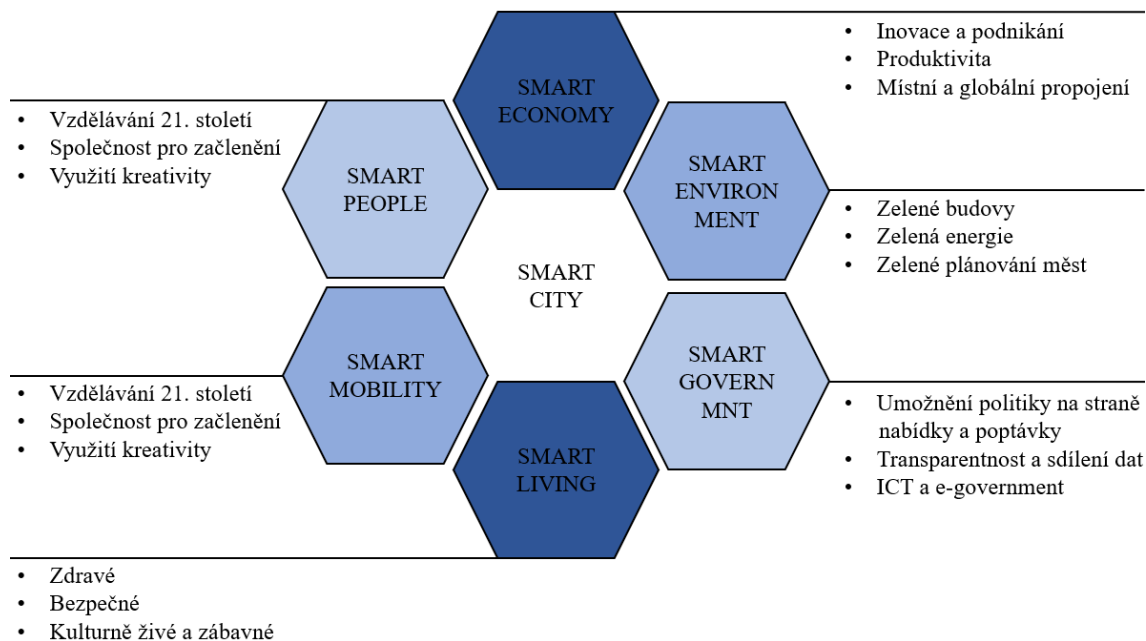
*„Chytré město je moderní městská oblast, která spojuje lidi, informace a technologie za účelem zvýšení kvality života. Inteligentní města jsou takové komunity, které usilují o udržitelný rozvoj prostřednictvím investic do lidského a sociálního kapitálu a spravují přírodní zdroje prostřednictvím participativních politik.“* (Sadiku, Shadare, Dada, & Musa, 2016)

## 2.2 Základní charakteristiky Smart City

Smart City je vyspělá městská oblast, které se snaží propojit lidi s informacemi a technologiemi a hlavním cílem je zvýšení kvality života. Informační a komunikační technologie (ICT) jsou hnací silou, která je využívána v cestě za tímto zlepšením. Hlavní motivací je vymýcení lidských chyb, udržení hospodářského rozvoje podpora ekologických řešení a sdílení informací mezi vedením města a občany. (Sadiku, Ashaolu, Ajayi-Majebi, & Musa, 2021)

Smart City je město, které dobře funguje v 6 klíčových oblastech rozvoje. Jsou jimi smart economy, smart environment, smart government, smart living, smart mobility a smart people. Na obrázku 4 je možné vidět těchto 6 oblastí, ve kterých se navzájem snaží vytvořit synergie, která by měla vést k výše zmíněným zlepšením a minimalizaci negativních vedlejších účinků. Jsou k nim připsány hlavní body dané oblasti. V další části jsou jednotlivé oblasti popsány podrobněji a jsou k nim připsány příklady, které jsou již ve světě aplikovány.

Obrázek 4: Šest oblastí Smart City



Zdroj: (Hanani, Soulhi, & Saidi, 2019), zpracováno autorem

### **2.2.1 Smart Economy**

Pod pojmem „Smart Economy“ rozumíme e-business a e-commerce, zvýšení produktivity, poskytování služeb a zlepšování výroby za pomoci ICT. Hlavním záměrem je zlepšení hospodářství, rostoucí a zdravá ekonomika, zvýšení konkurenceschopnosti a podpora podnikání. Atraktivita takového města by měla podpořit příchod nových firem, investorů a přilákat do města nové kvalifikované zaměstnance. (Sadiku, Ashaolu, Ajayi-Majebi, & Musa, 2021)

Příkladem „Smart Economy“ může být Prague Start up Centre, které si dává za cíl pomáhat začínajícím podnikatelům. Snaží se je propojit s potencionálními investory jejich projektů. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018)

### **2.2.2 Smart Environment**

Koncept „Smart Environment“ se zabývá hlavně využíváním energií a přírodních zdrojů jako je voda. Další složkou jsou efektivní využívání zdrojů, opětovné využívání či nahrazení těchto zdrojů, nakládání s odpady nebo veřejné osvětlení. Příkladem mohou být podzemní kontejnery, které díky malé nadzemní části nenarušují vzhled lokality. (European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the U, Millard, Thaarup, & Pederson, 2014)

Příkladem konceptu „Smart Environment“ je chytré osvětlení v Madridu. Je to jeden z největších projektů na světě v této oblasti. Díky technologii LED šetří město téměř polovinu energie vydanou na osvětlení ulic. Ve městě se nachází 225 000 světelných zdrojů, které šetří o 44 % více energie než předchozí řešení osvětlení. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018)

### **2.2.3 Smart Governance**

„Smart Governance“ se týká propojení mezi vládou na jedné straně a občanů, firem a dalších organizací na straně druhé. Transparentnost je klíčovou vlastností v přechodu na „smart“ řešení. Dále se jedná o elektronickou veřejnou správu, elektronické dokumenty, vzdělávání nebo účast veřejnosti na rozhodování. (Mohammed & Osman, 2017)

Příkladem „Smart Governance“ je projekt Řídím Říčany a hlasovací systém Demokracie 2.1, který odstartoval v roce 2015 ve městě Říčany. Tento projekt poskytuje občanům možnost vyjádřit dle svých preferencí názor na aktivity, které má město v plánu. Databáze hlasujících občanů má 1845 registrovaných uživatelů. (Řídím Říčany, 2022)

#### **2.2.4 Smart Living**

Koncept „Smart Living“ se týká bydlení ve městě, které podporuje kulturu, stará se o obytné části a lidem tak dopřává kvalitní a příjemné bydlení. Dost často jsou nové budovy nízkonákladové, v bezpečnějších lokalitách a disponují chytrými technologiemi, jako jsou chytré zámky, úsporné spotřebiče nebo dokonce chytré spotřebiče či zásuvky. To prohlubuje vztah lidí mezi sebou a zároveň vůči městu. Díky budování novostaveb s inteligentním systémem řízení budov je možné ušetřit až 30 % spotřeby vody a 40 % spotřeby energií. (Mohammed & Osman, 2017) (European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the U, Millard, Thaarup, & Pederson, 2014)

Chytré lavičky v Litoměřicích jsou jedním z možných příkladů, jak by mohl vypadat záměr města, které se snaží naplňovat koncept „Smart Living“. Lavičky jsou napájeny solárními panely a kolemjdoucí, kteří si na lavičku sednou, mají možnost si nabíjet například telefon pomocí USB konektoru či bezdrátově. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2018)

#### **2.2.5 Smart Mobility**

Cílem konceptu „Smart Mobility“ je snaha o zkvalitnění, propojení a dosažení ekologicky šetrného, bezpečnějšího a rychlejšího systému dopravy ve městě/obci. Napomáhají tomu hlavně tramvaje, trolejbusy, metro a stezky pro cyklisty, které vznikají ve větších městech na dopravních komunikacích. Do tohoto konceptu je však možné zařadit carsharing i chytré stojany na koloběžky, které se začaly objevovat u univerzitních kampusů například v Plzni či dalších větších městech. Do budoucna je možné, že se tento koncept překloupí až k autonomním vozidlům anebo taxislužbám.

Příkladem výše zmíněného carsharingu v konceptu „Smart Mobility“ je Karkulka PMDP, která funguje v Plzni. Jedná se o službu, která poskytuje občanům možnost si vypůjčit auto. Závěmce se nejdříve zaregistruje na webové aplikaci či přes telefon a objedná si nejbližší auto v jeho okolí. Platí se za ujeté kilometry a čas. (Smart City Plzeň, 2020)

### 2.2.6 Smart People

„Smart People“ jsou hlavní hybnou silou v cestě za naplnění konceptu „Smart City“. Bez schopných, kvalifikovaných a zkušených pracovníků by nevznikala nová řešení, která napomáhají ke zlepšení kvality života pro ostatní obyvatele měst a obcí. Hlavní myšlenkou tohoto konceptu je využití maximálního potenciálu těchto jednotlivců či skupin a podporovat jejich znalosti a doplňovat je za pomoci nejmodernějších technologií. Do konceptu patří například i celoživotní vzdělávání a vzdělávání s pomocí nových technologií. (Sadiku, Ashaolu, Ajayi-Majebi, & Musa, 2021)

Příklad „Smart People“ se týká vyučování budoucích technologů, pracovníků, učitelů a odborníků v různých oborech. Jedná se o novinku, která je nyní testována na několika vybraných plzeňských školách. Jde o výuku ve virtuální realitě (VR). Momentálně si žáci na základních školách mohou vyzkoušet exkurzi do vesmíru či chemické pokusy. Tato zábavnější a modernější varianta učení má za cíl přilákat žáky od klasických postupů k novým a vyvolat v nich zájem o dané učivo. (Smart City Plzeň, 2021)

Praktický příklad využití virtuální reality pro vyučování žáků bude dále rozpracováno v kapitole 6 a dále ve spolupráci s firmou CIE Group s.r.o., která se využitím pro vzdělávání ve VR zabývá.

### 3 Průmysl 4.0

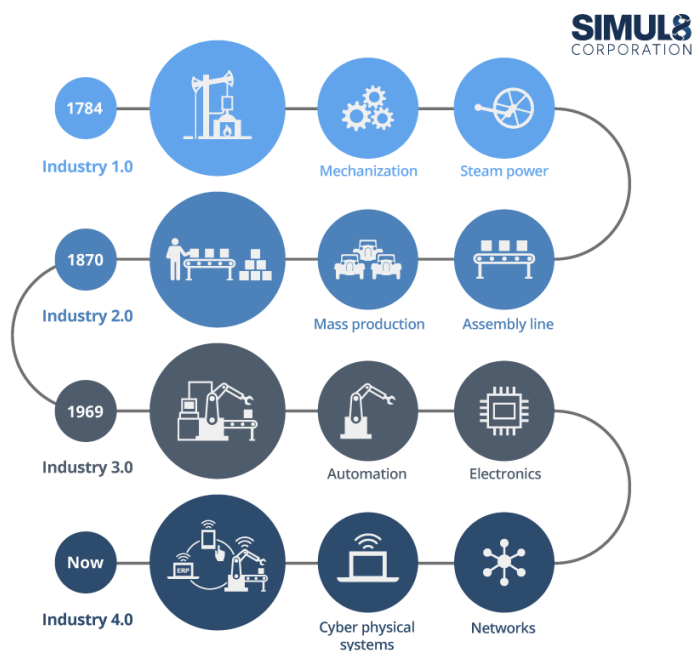
V roce 2022 se nachází celý svět ve čtvrté průmyslové revoluci, také nazývané Průmysl 4.0, která přináší automatizaci, digitalizaci, umělou inteligenci, virtuální a rozšířenou realitu, moderní technologie a spoustu novinek, které se dříve mohly zdát jako nepředstavitelné. V následující kapitole budou nejdříve popsány jednotlivé průmyslové revoluce a následně rozpracován Průmysl 4.0 a příklady některých technologií.

#### 3.1 Průmyslové revoluce

V dnešní době, kdy se nacházíme ve čtvrté průmyslové revoluci, se většina firem snaží o co nejefektivnější výrobu, snižování nákladů, zavádění robotů do výroby nebo snižování zmetkovosti. Díky technologickému pokroku jsou teď takové možnosti, které pro předchozí generaci byly nepředstavitelné.

V následující kapitole budou představeny tři průmyslové revoluce, které předcházely Průmyslu 4.0. Na obrázku 5 je znázorněn vývoj průmyslu v čase.

Obrázek 5: Vývoj průmyslu v čase



Zdroj: (Simul8 Corporation, 2022)



## **První průmyslová revoluce**

První průmyslová revoluce by se mimo jiné dala označit jako přechod z manufaktur do továren. Započala v Anglii v 18. století, přesněji v roce 1784. Edmund Cartwright tehdy vynalezl první mechanický tkalcovský stav (Cejnarová, 2015). Dle knihy „Člověk a stroj“ je počátek první průmyslové revoluce datován již o 5 let dříve v roce 1779 a to po nasazení mechanických zařízení zejména do hospodářství. Hlavním pohonem těchto zařízení byla pára a voda. James Watt se považuje za hlavní ikonu první průmyslové revoluce díky zdokonalení parního stroje a jeho následného používání, jehož vynález je mu kvůli tomu přisuzován. Byl jím zdokonalen v roce 1765 čímž pomohl k velkým úsporám ve výrobních procesech. Docházelo ke zlepšování dělby práce a rozvoji industrializace.

*„Parní stroj, vynalezený v roce 1765, je považován za symbol průmyslové revoluce a je připisován Jamesi Wattovi.“ (ČMKOS, 2017)*

Hlavní oblasti, kterých se dotkla, bylo zemědělství, výroba, těžba a další sektory hospodářství či průmyslu. Docházelo ke změnám dopravy, zdrojů energie či přenosu informací. (ČMKOS, 2017)

## **Druhá průmyslová revoluce**

Hlavními prvky, které odstartovaly 2. revoluci v průmyslu, byla elektrická energie, spalovací motory a chemie. Počátek se datuje na konec 19. století, kdy v roce 1879 byla vynalezena žárovka Thomasem Alvou Edisonem. Ten je považován za jednoho z hlavních iniciátorů změn. Dalšími důležitými vynálezci byli například Nicola Tesla, který vynalezl transformátor nebo František Křižík a jeho oblouková lampa (ČMKOS, 2017). V druhé průmyslové revoluci byl také sestaven první benzínový motor a zavedena montážní linka, jejíž princip zavedl na základě pozorování jatek v Chicagu do automobilové výroby Henry Ford. (Desouttertools, 2022).

## **Třetí průmyslová revoluce**

Za začátek třetí průmyslové revoluce se považuje zhruba konec druhé světové války. Je spojována hlavně s automatizací a využitím informačních technologií. V roce 1969 byl vyroben první programovatelný logický automat (PLC), což byl malý průmyslový počítač, který napomáhal s řízením výroby a procesů v reálném čase. (Cejnarová, 2015)

Pojem počítač se do povědomí širší veřejnosti dostal již v 70. letech 20. století díky společnostem Apple a prvním osobním počítačům nebo společnostem Hawlett-Packard či Texas Instrument. V následujících letech a v reakci na vývoj výroby se mění i marketing, řídicí procesy, přicházejí automatizované systémy a složitější přístroje. To má za následek přeměnu na trhu práce. Současně roste nezaměstnanost z důvodu nízké kvalifikace zájemců o práci. (ČMKOS, 2017)

#### **Čtvrtá průmyslová revoluce – Průmysl 4.0**

Nynější stav, ve kterém se nacházíme, se nazývá „Čtvrtá průmyslová revoluce“. Některými skeptiky je tento název považován pouze za marketingový tah.

*„Německý marketing tzv. „Industrie 4.0“ není žádná revoluce, ale jen fáze technologického vývoje směrem k robotizaci, automatizaci, digitalizaci, internetu věcí atp. Jejím hlavním znakem je vyšší produktivita, snížená potřeba zaměstnanců a nižší náklady na jednotku.“ (Zelený, 2016)*

Na druhou stranu James Simpson v rozhovoru pro časopis Light & Sound International označil čtvrtou průmyslovou revoluci jako pravděpodobně nejpřevratnější. Zmiňuje technologie jako umělou inteligenci, úpravy genomu, rozšířenou realitu, robotizaci a 3D tisk. O těchto technologiích se dozvídá společnost v médiích, ale většinou jsou známější pod názvy jako virtuální realita, samořídící vozidla, klonování DNA a příkladem jsou také Alexa a Siri, které jsou využívány společnostmi Google a Apple jako hlasoví asistenti v telefonech. (Simpson, 2019)

Počátek 21. století je spojen s obrovským rozmachem internetu, smart technologií a snahou proniknout do všech činností, které lidé vykonávají. Neustálým inovováním, zefektivňováním a optimalizacemi se snaží firmy docílit konkurenčních výhod, protože zákazníci v dnešní době mají stále větší nároky, které nejsou firmy schopny bez těchto pokroků plnit. Tyto nároky byly jedním z důvodů pro vznik konceptu Industry 4.0.

Samotný koncept „Industrie 4.0“ vznikl v Německu v roce 2006 na základě projektu s názvem „High Tech strategy“. Tato strategie spojovala odborníky různých odvětví za účelem posunout vývoj špičkových technologií. Projekt s podporou německé vlády byl v roce 2010 přepracován na „High Tech strategy 2020“ s cílem stát se v roce 2020 největším zřizovatelem v poskytování kyber-fyzikálních systémů (CPS). Investicemi do výzkumu se Německo snažilo propojit vědu a průmysl.

Iniciátorem projektu bylo ministerstvo vzdělání a výzkumu. Tato strategie byla v roce 2013 představena veřejnosti na veletrhu Hannover Messe. (ČMKOS, 2017) (Sniderman, Mahto, & Cotteleer, 2016)

Kyber-fyzikální systémy (CPS) budou základním kamenem a hnací silou „inteligentních továren“ v Průmyslu 4.0. Přetransformují výrobu na integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí, která by měla být schopna autonomní výměny informací, reakce na aktuální podmínky a vzájemné nezávislé kontroly. Cílem je shromážďovat data, která se dále zanalyzují a předpovídají chyby nebo poruchy. Díky těmto datům by měly systémy předpovídat budoucí konfigurace při změně podmínek. Celá komunikace probíhá za pomoci internetu a navzájem propojených jednotek. (Mařík & kol., 2016)

### **3.2 Nástroje Průmyslu 4.0**

Na základě studie PwC (Likens, 2022) bude v následující kapitole představeno hlavních osm nástrojů, které budou v Průmyslu 4.0 klíčové.

V dnešní době celý svět mluví o metaverse a hodně se před ním varuje. To však studie nepovažuje za hybnou sílu a odkazuje na nutnost se zorientovat a hledat příležitosti, které Průmysl 4.0 může přinést. Studie vybrala z téměř 250 nově vznikajících technologií 8, které by mohly mít největší dopad na podnikání v různých odvětvích. Těchto 8 technologií nazvali „Essential Eight“ a budou v následující části kapitoly krátce představeny.

Studie také poukazuje na významnost faktu, že do budoucna bude velice záležet na tom, jak jednotlivé prvky z „Essential Eight“ budou mezi sebou kooperovat, kombinovat a spojovat se.

*„Tato spojování přetváří osm základních technologií na šest silných kombinací: autonomizace důvěry, pohlcující rozhraní, rozšířená realita, pracovní autonomie, digitální reflexe a hyper-propojené sítě.“ (Likens, 2022)*

Těchto šest kombinací předchozích osmi nástrojů by do budoucna potencionálně mohlo být hlavním motorem metaverse a dopomoci tak k rozšíření našich schopností v plynulosti a rychlosti práce.

## **Umělá inteligence (AI – Artificial intelligence)**

Umělá inteligence je jedna z věcí, kterou lidé používají v dnešní době už zcela běžně a často si to ani neuvědomují. Jedná se například o rozpoznávání obličeje při focení fotoaparátem v telefonu, automatictí roboti na infolinkách, asistenti Alexa nebo Siri anebo asistenti ve vozidlech.

*„Umělá inteligence – Artificial intelligence (AI) - je schopnost strojů napodobovat lidské schopnosti, jako je uvažování, učení se, plánování nebo kreativita.“* (Evropský parlament, 2021)

Existují dva druhy AI. Jedním je softwarová, kterou tvoří virtuální asistenti, software pro analýzu obrazu, vyhledávače nebo systémy pro rozpoznávání obličeje či řeči. Druhým je zabudovaná umělá inteligence což jsou roboti, autonomní auta anebo drony. (Evropský parlament, 2021)

## **Blockchain**

Blockchain je inovativní databázová technologie, která je známá hlavně díky virtuálním měnám jako je bitcoin či ethereum. Jedná se o distribuovanou digitální databázi, která dokáže ukládat data jakéhokoliv druhu. Díky své decentralizaci je těžko napadnutelný hackery či podvody (Rodeck, 2022). Jsou využívány hlavně díky bezpečnému záznamu transakcí. Inovace s blockchainem zaručuje věrnost a bezpečnost záznamu dat. Na rozdíl od typické databáze jsou data ukládána do jednotlivých bloků, které mají určitou kapacitu. V případě příchodu nových dat se blok uzavře a informace jdou do nového bloku, a tak se tvoří řetězec – blockchain. (Hayes, 2022)

## **Drony**

Bezpilotní letoun, UAV (z anglického Unmanned Aerial Vehicle) či dron je letadlo bez posádky. Řízení probíhá za pomoci dálkového ovládání. Drony se v dnešní době využívají zejména na natáčení filmů nebo videí, focení z výšky, ve vojenství, k pátrání po pohřešovaných, sledování určitého prostoru nebo k doručování zásilek. Existují různé velikosti dronů na základě jejich využití – od závodních přes přepravující balíky až po ty, co jsou využívány ve válečných konfliktech.

## Robotika

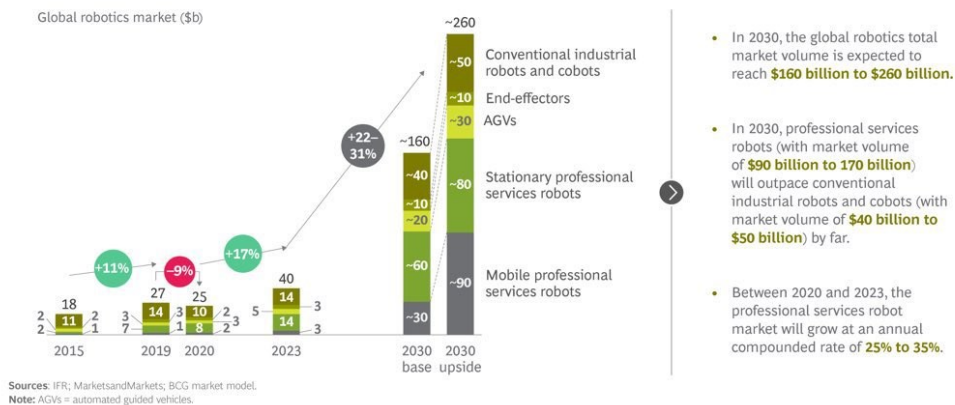
„Robotika je disciplína vytváření robotů. Je to multidisciplinární oblast, kde se setkávají informatika, inženýrství a technologie.“ (FutureLearn, 2021)

Robota je možné vnímat ze dvou různých pohledů. Jedním může být robot jako průmyslový stroj, který je nějakým způsobem naprogramovaný a využíváný pro ulehčení práce, manipulaci s velkými břemeny nebo pro přesnější a rychlejší práci. Druhým pohledem může být robot, který vypadá jako člověk a vykonává činnosti jako fyzická osoba. Takový robot v sociálních službách by mohl nahradit například úředníky na přepážkách při vyřizování rutinních žádostí či vydávání dokladů. Rozvoj robotů je rychle rostoucí odvětví, které by mohlo mít do roku 2030 hodnotu až 260 miliard dolarů, jak znázorňuje obrázek 6. (Lässig, Lorenz, Sissimatos, Wicker, & Buchner, 2021).

Obrázek 6: Globální trh s robotikou

### Professional Services Robots Will Significantly Outpace Industrial Robots and Cobots in 2030

BCG



Zdroj: BCG (2020)

## 3D tisk

3D tisk je výrobní proces, který přetváří digitální design do podoby fyzického objektu. Proces probíhá na základě vrstvení materiálu (např. plast, kov atd.). V dnešní době je tisk časově náročný, a proto není zatím v schopnostech firem ho využívat na hromadnou výrobu. Využívá se například pro tvorbu prototypů, protože je levnější a jednodušší na výrobu. Jednou z oblastí, kde se využívá, je zdravotnictví. Zde se odhaduje, že by 3D tisk mohl vytvářet i orgány či části těla. Dalšími odvětvími jsou svět módy, stavebnictví nebo automobilový průmysl. (Hayes, 3D Printing, 2021)

### **Internet věcí (IoT – Internet of things)**

IoT je zjednodušeně řečeno ekosystém, který obsahuje počítače, chytrá zařízení či stroje, které spolu dokáží komunikovat, shromažďovat data a spolupracovat bez zásahu člověka. Hlavní silou myšlenky IoT je velký dopad na různé aspekty každodenního života potencionálních uživatelů (Okano, 2017). Příkladem takového ekosystému jsou chytré domácnosti se spotřebiči, zámky, reproduktory, žárovkami apod. V průmyslu se IoT používá pro průmyslové aplikace a správu a analýzu dat ze senzorů. (Kodůusková, 2021)

### **Rozšířená realita (AR – Augmented reality)**

AR je skutečná realita obohacená o prvky audia či videa. Rozšíření jsou v podobě bannerů, ukazatelů, překrytí filtrem nebo jiných forem aplikací v telefonech a jiných zařízeních. Do této kategorie patří také chytré brýle, které jsou využívány v průmyslu, kdy poskytnou svému nositeli dodatečné informace. V telefonech je AR zobrazována jako šipky v mapách nebo aplikace pro detekci velikosti či vzdálenosti nebo čtení textu z obrázků.

### **Virtuální realita (VR – Virtual reality)**

Virtuální realita (VR) přenáší uživatele mimo reálný svět. Pomocí 360° videa, gest, interakce mezi předměty a člověkem, třídímního světa a audia se uživatel ocitne v tzv. „iluzi skutečného světa“. VR je využívána pro výcvik zaměstnanců, ve zdravotnictví, vzdělávání a zejména v herním průmyslu.

Téma virtuální reality bude dále rozpracováno v kapitole 4. Virtuální realita a praktické části práce, kde bude uvedena inovace s použitím VR.

## **3.3 Přínosy Průmyslu 4.0**

*„Snížení energetické a surovinové náročnosti výroby, nárůst produktivity ve výrobě, optimalizace logistických tras, technologická řešení pro decentralizované systémy výroby a distribuce energie nebo inteligentní městská infrastruktura – to jsou hlavní přínosy Průmyslu 4.0 pro efektivnější využívání zdrojů. Očekávané přínosy Průmyslu 4.0 vycházejí z nových možností tvorby přidané hodnoty umožněné zejména využitím dat z propojených systémů a zvýšené schopnosti automatizovaných rozhodovacích mechanismů v průmyslové praxi.“ (Mařík & kol., 2016)*

Jak je možné vidět z citace z knihy Průmysl 4.0 od Vladimíra Maříka, Průmysl 4.0 přináší hlavně snížení spotřeby energií a nákladů, růst produktivity ve výrobě a nové možnosti tvorby přidané hodnoty.

Většina expertů se s Maříkem shoduje ve většině přínosů. Například v článku Hospodářských novin na základě průzkumu americké firmy BCG (Boston Consulting Group), která se dotazovala 380 manažerů co přinese Průmysl 4.0. Ti odpovídali následovně:

- Nárůst produktivity (89 % z nich)
- Snížení nákladů (47 % z nich)
- Nárůst tržeb (28 % z nich)
- Zvyšování kvality výrobky (43 % z nich)
- Agilita vnitropodnikových operací (43 % z nich)
- Vznik nových podnikatelských/tržních modelů (13 % z nich) (Zavoral, 2018)

Graham Immerman ve svém článku zmiňuje přínos konkurenční výhody ve chvíli, kdy firma je schopna včas a úspěšně implementovat prvky Průmyslu 4.0 do své strategie a technologií. Dále zmiňuje zlepšení produktu a služeb pro zákazníky, zvýšení provozní efektivity, ale také celkové zlepšení života. To by mělo přijít s novými technologiemi, vyššími zisky díky nim a růstem ekonomik, platů a lepších zdravotnických řešení. Zároveň však varuje před náklady při přechodu na nové technologie, míru selhání, která s tím může být spojena, případný nedostatek pracovních sil a nebezpečí kybernetických útoků. (Immerman, 2018)

Dle (SAP, 2022) se do přínosů Průmyslu 4.0 zařazuje i ekologie, přesněji ekologická a udržitelná řešení bez nutnosti obětovat zisk. Toho má být docíleno hlavně díky zákazníkům, kteří se digitalizací stávají efektivnějšími i nákladově efektivnějšími.

Keith Moran doplňuje výše zmíněné přínosy o usnadnění dodržování zákonů a norem při výrobě léčiv a zdravotnického materiálu. Manuální proces dohledávání, kontroly, záznamu dat a sledování je možné zautomatizovat pomocí nových technologií. Dalším přínosem je zvýšení možností personalizace výrobků pro zákazníky i když firma využívá metod hromadné výroby. (Moran, 2022)

### 3.4 Průmysl 4.0 a virtuální realita

Rozvoj technologií vede k digitální transformaci a očekává se, že bude akcelerátorem zvýšení produktivity a eliminace chyb. Do budoucna se předpokládá, že se zaměření Průmyslu 4.0 přesune z produktu na způsob jeho výroby. Za podpory počítačových technologií je již nyní možné simulovat celý proces, následně identifikovat optimální nastavení a následně tuto simulaci přetransformovat do reálného systému v podniku. Tento proces se zakládá na digitálním dvojčeti (DT – Digital Twin). To si můžeme představit jako překlopenou reálnou část systému do digitálního návrhu, který je následně možné využít pro simulaci problémů, které by mohly v procesu nastat. K simulaci se využívají například prostředí virtuální reality (VR). (East-Gate, 2020)

Pod využitím VR v podnicích je možné si představit například chytré brýle, čočky nebo headsety, které vytváří nebo doplňují reálný systém. To uživateli usnadňuje práci a přidává další vrstvu informací a funkcí. Příkladem mohou být návrhy, projekty, simulace i prodeje produktů. Nejrychlejší postup v nasazování VR se ukazuje v automobilovém průmyslu, ale také v leteckém průmyslu či v energetice.

Příkladem spojení virtuální reality a Průmyslu 4.0 v ČR je projekt „nakupování budoucnosti“. V roce 2021 započala spolupráce expertů z firmy GABEN, spol. s.r.o. a Hornicko-geologické fakulty Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava ve spolupráci s kolegy z univerzity v Jižní Koreji a společností RetailTech, Co.Ltd za podpory Technologické agentury ČR. Cílem projektu bylo využití technologií pro rozvoj a modernizaci maloobchodního prodeje. Virtuální realita měla sloužit jako prostředník pro nakupování bez nutnosti být v obchodě. Zákazník se pomocí ovladačů pohybuje po obchodě a vkládá zboží do košíku. Projekt by mohl být alternativou pro hendikepované zákazníky. Aplikace by zákazníkům dávala dodatečné informace a obchodům preference zákazníků, zpětnou vazbu či podklady pro marketing a kampaně. (Technologická agentura České republiky (TA ČR), 2021)



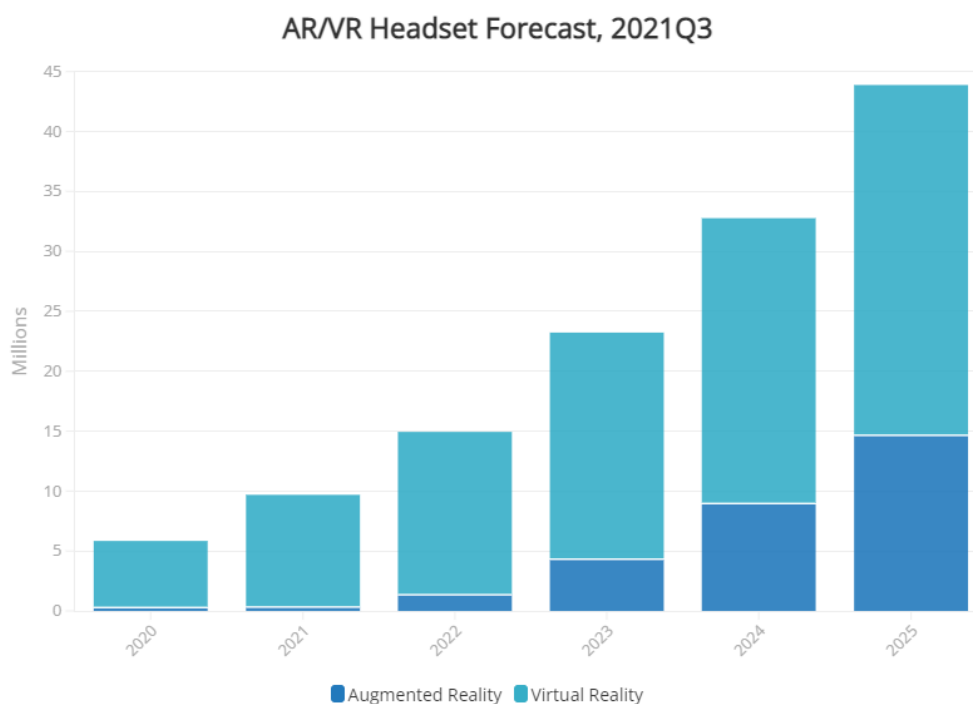
## 4 Virtuální realita (VR)

V následující kapitole bude popsán rozdíl mezi virtuální a rozšířenou realitou a poté popsány hlavní oblasti, kde se VR uplatňuje.

Virtuální realita (dále jen VR) a rozšířená realita (dále jen AR) je v čím dál větší oblibě v celé společnosti. Domácnosti využívají virtuální realitu k rozptýlení či zábavě v podobě her nebo pro tvorby návrhů interiérů a vizualizací nábytku v rozšířené realitě. V průmyslu, letectví, zdravotnictví se využívá pro trénink zaměstnanců a ve zdravotnictví k přípravám na operace nebo rehabilitacím.

Dle posledních údajů firmy International Data Corporation (IDC), která předpovídá vývoj trhů, budou v roce 2022 globální dodávky souprav ve výši 348,4 % oproti loňskému roku s podílem 89,9 % ve prospěch headsetů pro VR. Většinový podíl trhu vlastní Meta (dříve Facebook) se 75 %. Do roku 2025 by se podle odhadů měl poměr VR setů oproti AR snížit na 2/3 díky vývoji souprav dodavatelů smartphonů a rostoucí přitažlivosti pro spotřebitele. Navýšení globálních dodávek by mělo vzrůst na 32,8 milionu jednotek. Pravděpodobný vývoj je zobrazen na obrázku 7: Předpověď dodávek AR/VR. (IDC Corporate USA, 2021)

Obrázek 7: Předpověď dodávek AR/VR



Zdroj: (IDC Corporate USA, 2021)

## 4.1 Rozšířená vs virtuální realita

V dnešním světě se na trh dostávají čím dál lepší technologie a není snadné se v nich zorientovat. Pro pochopení rozdílu mezi rozšířenou a virtuální realitou budou popsány obě varianty v úvodu.

Hlavním cílem obou variant je zlepšení, zjednodušení, zvýšení efektivity, zajištění menší chybovosti, přidání dodatečných informací uživateli anebo zkrácení času v procesech.

### Virtuální realita (VR)

Jedná se o počítačem vygenerované 3D prostředí, které je plně digitální a na rozdíl od 2D prostředí na obrazovce umožní uživateli vstoupit do prostředí, pohybovat se v něm a provádět interakci s objekty. Uživatel využívá 3D brýlí k zobrazení prostředí a ovladače v ruce pro interakci. Je možné zapojit sluch, zrak a v některých případech i dotek. V dnešní době je již možné mít oblek, který simuluje doteky, tlak či dokonce pocit bolesti. Rozděluje se do 3 podkategorií:

- **Non-immersive virtual reality** = neponořující, kterou člověk může zažívat denně v podobě aplikací a her. Člověk stojí na zemi nebo sedí, v ruce má ovladače a na hlavě brýle. Je tedy v přirozeném prostředí jen přenesen obrazem jinam.
- **Semi-immersive virtual reality** = polo-ponořující, která člověka již lépe dokáže vtáhnou, ale stále si je vědom nereálnosti prostředí. Pro spuštění aplikací jsou už potřeba vysoce výkonné počítače a lepší zobrazovací technologie brýlí. Příkladem mohou být letecké simulátory.
- **Fully-immersive virtual reality** = plně ponořující virtuální realita poskytuje uživateli ten nejrealističtější simulační zážitek virtuální reality, který je v dnešních podmínkách a při dnešních technologiích možný. Brýle vytvářejí díky rozdělení displejů pro každé oko 3D efekt. Některé soupravy jsou vybaveny pásy, po kterých se člověk pohybuje v realitě a zároveň stejně v aplikaci. (Heizenrader, 2019)

Popisovaná inovace v praktické části diplomové práce je inovací ve virtuální realitě, proto jí je věnován podrobnější rozbor a příklady využití v kapitole 4.2 Možnosti využití VR.

## **Rozšířená realita (AR)**

Rozšířenou realitu je možné definovat jako vylepšenou verzi skutečného fyzického světa. Vylepšení se dosahuje za pomoci vizuálních prvků či zvuku, které jsou uživateli zprostředkovány pomocí brýlí či sluchátek. Na rozdíl od VR se jedná pouze o doplnění stávajícího světa, ne o přenesení do kybernetického prostředí.

Hlavními odvětvími, která se zabývají zaváděním AR je marketing, kde se zákazníkům umožňuje si pomocí telefonu například zobrazovat produkty v prostoru nebo se na ně podívat z několika úhlů. Příkladem může být firma Ikea, která umožňuje zákazníkům umístit nábytek přes aplikaci v telefonu do prostoru ve vlastním bytě. Dalšími oblastmi jsou navigace v reálném čase skrz kameru telefonu, kdy se na displeji ukazuje šipka podle toho, jak uživatel jde po ulici nebo vizualizace památek nebo hraní her. V průmyslu se AR využívá v návodkách pro údržbu. (Heyes, 2020)

## **4.2 Možnosti využití VR**

Možností využití nových technologií jako je VR je nespočetné množství. Pro tuto diplomovou práci bylo vybráno 5 hlavních odvětví, ve kterých se aplikace pravidelně využívají. V dnešní době největší oblastí stále zůstává herní průmysl, který v přehledu není popsán. Byla vybrána odvětví, která slouží ke zlepšení lidských schopností a zdraví nebo jako inovace v procesech.

### **Virtuální nakupování**

Možnosti nakupování z pohodlí domova jsou čím dál oblíbenější variantou, kterou volí velké množství zákazníků. V pandemii Covid-19 se stalo nedílnou součástí každodenního života mnoha lidí. Virtuální nakupování by mohlo přinést zcela nový zážitek, který by zákazníkovi dopřál se přenést do obchodu, kde může procházet uličkami, vidět produkt a jeho tvar (Forbes Technology Council, 2018). Obchod by mohl být vymodelovaný 1:1 se skutečností nebo zcela smyšlenou variantou e-shopu. Jak bylo zmíněno v kapitole 3.5 Průmysl 4.0 a virtuální realita, existuje již několik projektů, které se problematikou zabývají.

### **Simulátory**

Simulátory jsou využívány hlavně pro řešení nebezpečných situací a jako prevence před jejich vznikem. Hlavními oblastmi jsou simulace v armádě, letectví nebo před cestou do vesmíru (NASA).

Celý proces může probíhat v místnosti, kde uživateli žádné nebezpečí nehrozí. Toto řešení je několikanásobně levnější nákladově i časově a nehrozí při něm žádná zranění či v krajním případě a nedbalosti ztráty na životech.

V armádě se VR využívá hlavně k praktickému zkoušení pravděpodobných scénářů a výcviku. Lídrem výcviku vojáků je IDF (Israel Defense Forces) a US Army. Je možné pomocí ovladačů nasimulovat zpětný ráz zbraní, kterou voják drží v ruce v podobě makety ve skutečné velikosti (Beran, 2020). Česká armáda využívá výcvik s názvem STE, který je velmi podobný počítačové hře a umožňuje připojit vzdáleně vojáky s velitelem přímo ve výcvikovém prostoru. Součástí STE je One World Terrain, který umožňuje vojákům přesun do jakékoliv části světa. Obsahuje vysoce realistické mapy z celého světa a byl využíván jako příprava před nasazením v Afganistánu. (Feryna, 2021)

### **Zdravotnictví**

Ve zdravotnictví se VR využívá jako prevence, praktická ukázka anebo trénink operací v zubním lékařství a chirurgii jako na příkladu na obrázku 8. Dle studie na UCLA David Geffen School of Medicine bylo zjištěno, že díky tréninku se zlepši výkon chirurgů o 230 % ve srovnání s tradičními tréninkovými metodami a účastníci studie byli o 20 % rychlejší a dokončili o 38 % více kroků správně. (Blumstein, 2019). VR se využívá mimo jiné k léčbě posttraumatického stresu, léčbě úzkostí, fobií, depresí. Benefit použití brýlí a ovladačů kdekoliv je hlavně vidět při rehabilitacích pacientů po úrazech nebo operacích. Pro pacienty, kteří jsou trvale upoutáni na lůžko, vozík nebo jsou umístěni v domově seniorů se vyvíjejí aplikace, které je přenesou na různá místa na světě, umožní návštěvy zámek nebo prohlídky měst. (Černá, 2020).

Obrázek 8: Příklad využití VR ve zdravotnictví



Zdroj: VISUALISE (2022)

## **Trénink zaměstnanců**

Chybovost, zranění či poškození majetku firmy jsou nedílnou součástí v průmyslových odvětvích. Těmto negativním vlivům se zaměstnavatelé snaží zabránit školením svých pracovníků ve VR. Zaměstnanec se díky brýlím ocitne na místě svého pracovního výkonu a vyzkouší si dané úkony v reálném čase podle návodky, která je pro něj připravena. Školení bývají časově i lidsky méně náročná, protože k tomu není nutná asistence školitelů nebo jiných pracovníků, kteří by museli svůj pracovní výkon na úkor nováčka snížit. Napomáhá se tak rychlejšímu začlenění do pracovního procesu.

## **Vzdělávání**

Hlavním cílem zavádění virtuální reality do vzdělávání je udělat výuku pro žáky/studenty zábavnější, názornější a snadnější k pochopení. Výhody učení se ve VR jsou například:

- **Učení prostřednictvím zkušeností** – využití zkušeností žákům přinese více než jen čtení a psaní
- **Podněcuje představivost a kreativní myšlení** – nová forma výuky, pohlcující zážitky, ve vteřině se studenti ocitnou na jiném místě
- **Zapojuje studenty** – ve většině případů si každý student bude chtít brýle vzít a vyzkoušet na rozdíl od přihlášení se k pokusu či vypočítání příkladu
- **Realistické zážitky** – cestovní zážitky, památky, vyzkoušení si chemických reakcí, cestování vesmírem
- **VR ve třídě je inkluzivní** – umožňuje zažít situace ve VR každému žákovi (Immersion VR, 2022)

Virtuální realita nemusí být určena jen pro žáky a studenty, ale i pro pedagogy. Příkladem je „Virtuální třída“ (Virtuální třída, 2019), která umožňuje studentům pedagogických oborů naučit se učit. Aplikace vznikla na Západočeské univerzitě v Plzni (ZČU) ve spolupráci Fakulty strojní (FST) a Fakulty pedagogické (FPE). Student si nasadí brýle a ocitne se ve třídě, kde sedí v lavicích několik žáků a prezentuje krátký výklad.

Praktický příklad zavádění virtuální reality ve vzdělávání bude podrobněji zpracován v následující části práce ve spolupráci s firmou CIE Group, respektive VR School.

## 5 Představení CIE Group

V následující kapitole bude popsána firma CIE Group včetně všech odvětví, kterými se zabývá. Následně budou popsány 3 hlavní dceřiné firmy, které se zabývají tréninkem zaměstnanců, rehabilitacemi a zdravotnictvím ve VR a vzděláváním ve školách.

Firma CIE Group (CIE – Centre for Industrial Engineering) je plzeňská firma jejímž motem je: „*Tvoříme perfektně fungující podniky díky komplexnímu přístupu ke zvýšení efektivity*“ (CIE, 2022). Mezi nejčastější zákazníky se řadí výrobní a logistické firmy z oblasti automobilové výroby, strojírenství, zdravotnictví nebo letectví. Je tvořena čtyřmi odbornými divizemi, kterými se snaží obsáhnout veškeré aspekty, které by zákazníkovi mohly dopomoci k zefektivnění provozu, zlepšení bezpečnosti a lepším výsledkům. Byla založena v roce 2014. Hlavním záměrem je implementace moderních technologií a metod v oborech jako logistika, ergonomie, automatizace, zlepšování procesů a další.

Obrázek 9: Logo CIE Group



Zdroj: CIE (2022)

Historie firmy je spojena s firmou BIC Plzeň, která společně s Fakultou strojní stála u jejího vzniku. Svoji činnost začínala v prostorách inkubátoru BIC v Plzni. Na základě konzultací s BIC a podporou Západočeské univerzity (ZČU) dosáhli pro svůj projekt, který se zabýval dlouhodobým vlivem pracovní činnosti na zdraví pracovníků, na dotaci v programu „Partnerství znalostního transferu“ (OP PIK). Vytvořený software následně přesně určil, zda je pracovní prostor vhodný pro práci nebo by mohl způsobovat nemoc z povolání člověka, který v něm bude pracovat. Díky úspěšnému projektu pokračovala firma ve spolupráci s BIC a ZČU na dalších projektech, které byly zaměřeny na aplikaci technologií virtuální a rozšířené reality ve výrobních firmách. Ty sloužily k tréninku zaměstnanců, bezpečnosti práce a servisu zařízení, která byla složitá nebo těžká na údržbu. S projektem se firma dostala v programu „Inovace z praxe“ ve veřejné soutěži vypsané ministerstvem průmyslu a obchodu mezi čtyři nejlepší projekty v ČR. (Doležal, 2020)

CIE Group je rozdělena do 4 odborných divizí, které se vzájemně doplňují se snahou navrhnout komplexní a detailní řešení. Jsou to divize CIE Industry, CIE Technology, CIE Ergonomy a CIE HR.

### **CIE Industry**

*„Efektivní průmyslový provoz a výroba.“ (CIE, 2022)*

Hlavní náplní divize „Industry“ je zvyšování efektivity a výkonnosti systému ve výrobě, řízení procesů, logistiky a IT. Pomocí inovací v podobě nových technologií se snaží docílit zvyšování kvality, kapacit a ušetření nákladů. Jedná se o realizačně – poradenskou divizi, jejímž hlavními zákazníky jsou průmyslové podniky i instituce z veřejného sektoru. (CIE, 2022)

### **CIE Ergonomy**

*„Ergonomie a fyziologie práce vašeho podniku.“ (CIE, 2022)*

Divize „Ergonomy“ se snaží o zlepšování podmínek pro pracovníky. Pomocí specializované laboratoře pro oblast ergonomie a fyziologie práce pomáhá s návrhy pracovišť, audity či měřeními pohybu na pracovišti. Díky odborníkům z oboru v čele s lékaři z pracovního lékařství a dlouholetým zkušenostem se zabývá kategorizací prací z hlediska fyzické zátěže u průmyslových podniků a pracovníků v kancelářích. (CIE, 2022)

### **CIE HR**

*„Recruitment a rozvoj zaměstnanců.“ (CIE, 2022)*

Divize lidských zdrojů neboli HR vyhledává nové talentované uchazeče v technických oborech s cílem doporučit je do firem. Zaměřuje se hlavně na vhodnost kandidátů pro danou pozici včetně průběžného vzdělávání a zaškolení. Díky 13leté zkušenosti v oboru si divize vybudovala velké množství kontaktů, které jí umožňuje najít nejvhodnější kandidáty a zároveň pozici pro ně. Do nabídky patří i vzdělávací kurzy.

### **CIE Technology**

*„Virtuální a rozšířená realita jako nástroj pokroku vašeho podniku.“ (CIE, 2022)*

Pomocí virtuální reality divize „Technology“ pomáhá s efektivním zaškolením pracovníků, návrhem a ověřením nového pracoviště anebo modernizací. Hlavním cílem je výsledný efekt celé aplikace, která je na míru připravována pro každý projekt.

Největší výhodou je aplikovatelnost na jakékoliv pracoviště či odvětví. Mezi zákazníky patří mimo jiné i instituce z veřejného sektoru jako například: města, nemocnice, sociální služby, univerzity a školy. (CIE, 2022)

Z divize CIE Technology vznikly 3 dceřiné firmy, které se přímo specializují na jednotlivé segmenty v podnicích a veřejném sektoru. Hlavní výhodou tohoto rozdělení je specializace jednotlivých týmů na dané obory a tím se firma snaží docílit lepších výsledků svých aplikací a přesnějšího přenosu informací a dovedností na uživatele. Pro návrhy scénářů a prostředí spolupracují týmy s odborníky a specialisty na dané obory. Tito specialisté jsou například z řad doktorů, obchodníků či profesorů ve školách a vědeckých institucích.

## **VR Training**

*„Posouváme vzdělávání do jiné reality.“ (VRTraining, 2022)*

VR Training byl založen v roce 2019. Záměrem bylo přetransformovat vzdělávání zaměstnanců. První věcí, kterou firma udělala byl vývoj vlastní platformy (= systém pro správu aplikací) pro VR, který byl uživatelsky přívětivější a jednodušší než konkurenční prostředí. Hlavním cílem je pomocí VR při zachování všech náležitostí a povinností udělat zaškolení zaměstnanců jednodušší, bezpečnější, méně časově náročné, efektivnější a ulehčit práci trenérům nebo firmám náklady na ně. Dle zkušeností firmy se u pracovníků, kteří prošli školením zlepšilo zapamatování informací o 75 %, školení uspořilo čas až o 63 % a snižuje úrazovost v následném pracovním procesu o 37 %.

Obrázek 10: Logo VR Training



Zdroj: (VRTraining, 2022)

Pro rychlejší a jednodušší spouštění a kontrolu aplikací a toho, jak pracovník je školen byla firmou vytvořena platforma, která umožňuje po připojení na internet a spojení brýlí s tabletem, telefonem nebo počítačem pohodlně spouštět, spravovat a vypínat aplikace. Další možnost, kterou firma do platformy přidala je stream, kde může školitel vidět to, co se odehrává pracovníkovi v brýlích a díky tomu ho instruovat nebo pomoci v situacích, kdy si není jistý.



Vývoj se provádí na míru pro dané pracoviště nebo podnik. Mezi hlavní odvětví, kterým se VR Training věnuje, je maloobchod, doprava, výrobní podniky, zdravotnictví a bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP). (VRTraining, 2022)

### **VR Medical**

*„Posílení zdravotní péče s jedinečnými výhodami virtuální reality.“ (VRMedical, 2022)*

Další dceřinou firmou a oblastí, která se dá zařadit do VR Trainingu je VR Medical. Tu lze rozlišit na dvě části, kterými se zabývá. Jedna část je určena pro trénink pracovníků, kteří se pohybují ve zdravotnictví jako sestřičky a doktoři. Druhá část se zaměřuje na pacienty.

Obrázek 11: Logo VR Medical



Zdroj: Interní dokument firmy (2022)

Firma VR Medical se zabývá zdravotnictvím. Zaměstnancům pomáhá s náročnými každodenními úkoly a pomáhá vypořádat se s nahodilými situacemi, které by mohly nastat. Trénink ve virtuální realitě jim pomáhá se připravit na situace, které se nedějí na denní bázi, ale opakují se. Příkladem jsou tréninky záchranného systému, kde se simuluje zásah u dopravní nehody nebo zásah u střelného zranění. Sestřičky a doktoři se připravují na zákroky jako odběr krve, přípravou na přijetí pacienta s onemocněním Covid-19 nebo nasazování obleku při pandemických situacích.

Druhou stránkou, které se VR Medical věnuje je rehabilitace pacientů. Jedná se zejména o starší pacienty, pacienty s nějakou poruchou motoriky, vážnými onemocněními nebo postižením. Pro takové pacienty firma připravuje vzhledově zajímavé aplikace, aby to pacienty rozptýlilo a pomohlo jim se uvolnit a přenést je do „jiného“ světa. Aplikace pro tento druh rehabilitací se zaměřují na neurologické problémy, kognitivní funkce, ergoterapie, poruchy stability nebo rehabilitace horních končetin a krku.

## VR School

„Učte chytré, moderně a revolučně.“ (VRSchool, 2022)

Poslední odvětví, kterému se firma věnuje je vyučování žáků ve virtuální realitě. Toto odvětví je v České Republice poměrně nové. Základem je využití VR pro situace a předměty, kde by žáci neměli v reálném světě možnost si věci vyzkoušet. Jedná se zejména o pokusy v chemii, astronomii a biologii.

Obrázek 12: Logo VR School



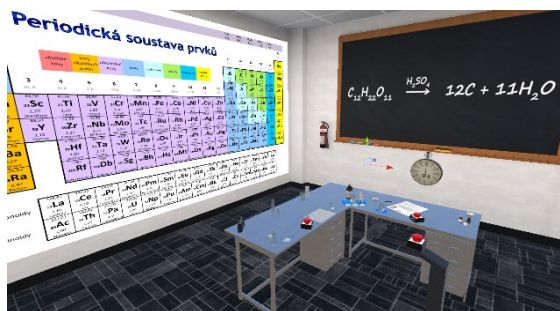
Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)

Vyučování ve virtuální realitě s sebou nese velké množství benefitů. Pro učitele přináší možnost provádět s žáky pokusy, které by kvůli bezpečnosti dělat nemohli. Vše zároveň mohou kontrolovat a žákům radit. Pro samotné žáky to kromě vyzkoušení si více věcí, než jim nabízí škola, přináší zábavnější variantu vyučování pomocí moderní technologie. V neposlední řadě to přináší benefity i pro samotnou školu, která výuku ve VR zařadí. Zvýší se tak její prestiž a může přilákat nové žáky nebo zabránit jejich odchodu například na gymnázia a motivovat tak studenty k volbě další profesní kariéry v technicky zaměřených oborech. Na obrázku 13 a 14 je možné vidět příklady z aplikací připravených pro školy. (VRSchool, 2022)

Hlavní tři přínosy vyučování ve virtuální realitě jsou:

- Interaktivita
- Aktivní zapojení celé třídy
- Rozvoj kreativity

Obrázek 13: Příklad VR School (chemie)



Obrázek 14: Příklad VR School (vesmír)



Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)

## 6 Virtuální realita a vzdělávání

Následující kapitola popisuje současný stav ve školách a co může inovace v podobě implementace VR do vzdělávání přinést za zlepšení. Budou popsány tři skupiny, kterých se inovace týká, a jaké hlavní přínosy jim inovace může nabídnout.

### 6.1 Stav ve školách bez VR

Velké množství škol v ČR se potýká s problémy využívání laboratoří pro chemické, fyzikální či biologické pokusy. Je to z mnoha důvodů. Jedním z nich je samotná laboratoř, kterou mnoho škol nedisponuje. Dalším problémem je bezpečnost. Kvůli té je laboratoř využívána jen v omezeném počtu žáků. Ty má na starost vždy jeden pedagog.

Nejčastěji se laboratorní hodiny skládají z výkladu a následných pokusů, které žáci provádí samostatně nebo pod dohledem jednoho učitele, který se vždy může věnovat jen jedné skupině. Následně mají žáci za úkol vypracovávat laboratorní zprávy dle pokusů, které prováděli. Žáci se musí řádně připravit, promyslet veškeré postupy a dbát na bezpečnost a ochranu těla i očí, protože budou provádět pokusy, kde se manipuluje i s různými druhy nebezpečných látek nebo zařízení, např. elektrických.

V předmětu biologie se jedná o pitvání, zkoumání pod mikroskopem nebo rozbory květin a živočichů. Často si žáci musejí na pokusy přinést vzorky z vlastních zdrojů, které budou pitvat nebo zkoumat. Výhodou vzorků z vlastních zásob může být různorodost materiálů, která se na laborkách objeví. To však může narušit plynulost výuky, protože mohou být vyžadovány různé postupy při práci a různá náročnost.

Podstatným bezpečnostním nařízením v chemických či biologických laboratořích je nošení ochranného pláště, rukavic a brýlí. V některých školách si je mohou žáci vypůjčit přímo od školy, ale v mnoha případech si je musejí pořizovat na vlastní náklady. Když žák plášť zapomene nebo si ho nezakoupí, nemá možnost se hodin účastnit.

Další variantou aplikací VR je astronomie, která je nyní ve škole vyučována pomocí videí a aktualit, které je možné vyhledat na internetu bez názorných ukázek. Jedinou možností, které školy kromě videí a učebnic mají, jsou návštěvy planetárií a hvězdáren nebo plzeňská Techmanie, která nabízí spousty variant pro znázornění astronomie. Tyto možnosti jsou logisticky náročné a zaberou celý den a minimálně 2 pedagogy na třídu.

## 6.2 Přínosy inovace

Hlavní přínos virtuální reality je bezpochyby bezpečnost. Jedná se o nejbezpečnější variantu, která se pro laboratorní pokusy dá najít. Žákům nehrozí žádné nebezpečí v podobě úrazů, pořezání se, poleptání nebo popálení. Jediná věc, která se žákům může stát je nepohodlí nebo závrať, která se v zanedbatelném množství případů stává. Řešení takové situace je jednoduché – sundají se brýle a zklidní se zrak pomalým otevřením očí. Neohrozí žádné trvalé následky jako v případě úrazů z laboratoří.

Dalším přínosem jsou možnosti, jaké virtuální realita v dnešní době nabízí. Jsou zcela neomezené a dá se nasimulovat jakýkoliv pokus, který existuje. Například výbuch atomové bomby se všemi reakcemi, které se při tom dějí nebo rozbor srdce a lidského těla přímo před očima žáků v 3D rozlišení ve virtuální realitě.

Nepochybnou výhodou řešení pomocí VR je jednoduchost ovládání. Jediné, co žáci potřebují jsou brýle, třída a učitel, který je do virtuálního světa přenesení jedním kliknutím na tabletu. Zároveň není nutné mít s sebou ochranné. Virtuální realita také nabízí mnohem zábavnější a modernější formu vyučování, která žáky bude bavit. Není nutný výklad dopředu, protože je žák v aplikacích o všem instruován a v případě, že si neví rady, je tam stále učitel, který může díky streamu v tabletu sledovat co jednotliví žáci v brýlích dělají.

Většina scénářů aplikací je naprogramovaná tak, aby žáci dělali pokusy, které nejsou realizovatelné ani v případě, že škola disponuje laboratoří a má na hodiny kapacitu. V takových případech se jedná za výborný doplněk pro rozvíjení kreativity a povědomí žáků o daných problematikách, které jsou za branami možností škol.

V případě astronomie, která je jedním z druhů aplikací, které firma CIE Group nabízí, se jedná o věci, které je žákům možné pouze pustit na videu nebo vidět při návštěvě planetárií či hvězdáren. To vše je možné dělat v pohodlí třídy pro jakékoliv množství žáků. Jediné omezení je počet headsetů a chuť zkusit nové věci.

Přínosy zavádění virtuální reality do vyučování na základních školách je možné rozdělit na 3 druhy: přínosy pro učitele, přínosy pro žáky a přínosy pro školu.

### **Přínosy pro žáky**

Nejvýznamnějším přínosem je bezpečnost a zábavnost prožitku, který forma vzdělávání prostřednictvím virtuální reality přináší. Dalším přínosem je zaručený úspěch, protože každý z pokusů je nastaven tak, aby žáka dovedl do úspěšného konce. Díky zábavnosti se většina studentů soustředí mnohem více než při klasické výuce, což má za následek lepší zapamatování si látky. V neposlední řadě je přínosem i užívání moderních technologií, kdy se žák rozvíjí i na poli technických dovedností. Z užívání VR plyne i rozvíjení autonomie žáků, protože si každý může zvolit vlastní tempo plnění úkolů a má možnost si úkoly zopakovat jednoduchým stisknutím tlačítka, které je v každé aplikaci.

### **Přínosy pro učitele**

Stejně jako pro žáky sebou nese inovace velké množství přínosů i pro učitele. Zejména zvýšení atraktivity výuky, protože probouzí v žácích zájem o daný obor a jejich zvědavost. Díky bezpečnosti učitelé mohou s žáky zkoušet pokusy, které by v normálních podmínkách nebyly možné a můžou je v každém pokusu kontrolovat díky streamu. Dalším přínosem pro učitele je využití moderní technologie, které umožňuje mezipředmětovou integraci, využití nejmodernějšího technického vybavení a zároveň možnost výuku realizovat kdykoliv a kdekoliv. Největší výhodou z pohledu předmětů jsou skoro neomezené možnosti samotné technologie, kdy učitel jedním kliknutím může přenést žáky na jinou část planety, do vesmíru nebo ukázat nerealizovatelné pokusy.

### **Přínosy pro školu**

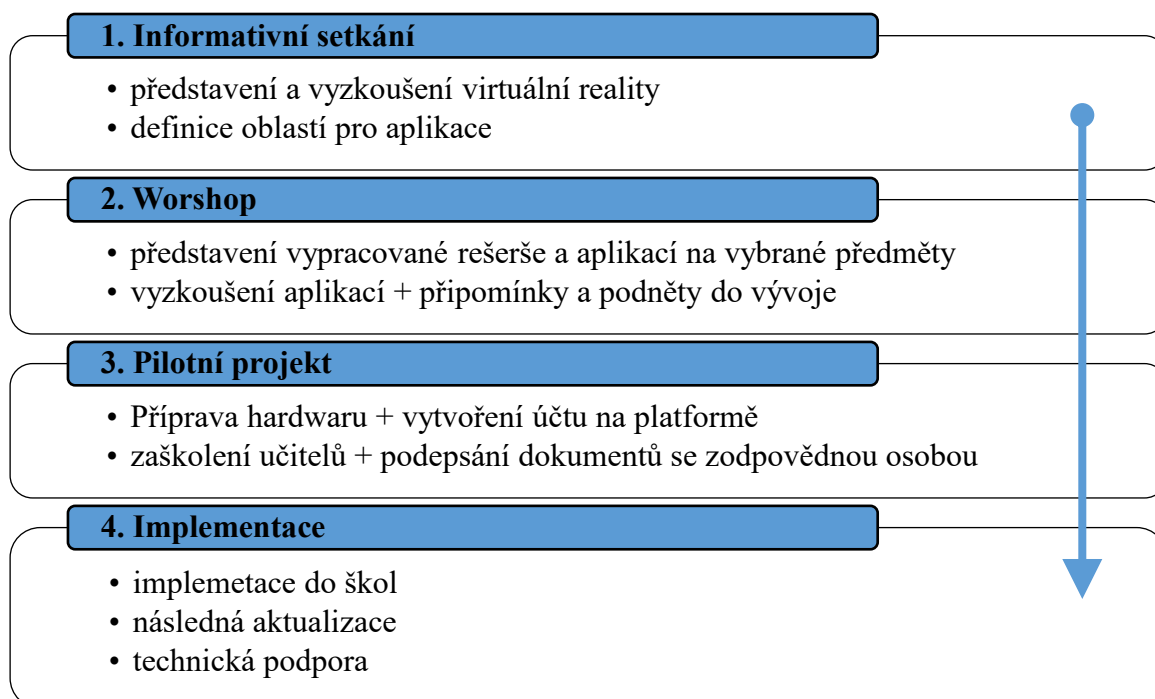
Pro samotnou školu z inovace plynou přínosy jako podpora inovativnosti, atraktivita školy a investice do budoucnosti. Zpřístupněním VR pro žáky škola umožní bez ohledu na jejich zázemí nebo předchozí zkušenosti vyzkoušení si něčeho nového, což podporuje zájem rodičů, kteří se díky tomu mohou přiklonit k zapsání svých dětí do školy. Velkým přínosem pro školu je i propagace, kdy takováto inovace přinese zájem široké veřejnosti a médií. Vzděláváním ve VR také škola může v konečném důsledku napomoci při rozhodování se, co by v budoucnu děti chtěly dělat. Ať už to bude díky aplikacím a zájmům o dané předměty nebo oblibě, kterou v nich VR vzbudí a budou chtít jít do hloubky této problematiky a vyberou si technické školy.

## 7 Průběh inovace

Následující kapitola popisuje jednotlivé kroky, které probíhají, když se zákazník (škola) rozhodne přejít částečně na vyučování ve virtuální realitě. Bude popsán vývoj aplikace, vytváření prostředí, stručné shrnutí vývojového prostředí a hardware, který se pro přehrávání aplikací používá.

Průběh inovace je rozdělen do 4 částí, které jsou popsány v obrázku 15.

Obrázek 15: Průběh inovace



Zdroj: zpracováno autorem (2022)

### 7.1 Informativní setkání

Informativní setkání probíhá úplně na počátku inovace. Na tomto setkání se sejdou zástupci firmy CIE Group a vybrané školy. Tým se skládá z vývojáře, jednatele a produktového manažera firmy. Ze školy se schůzky nejčastěji účastní učitelé, kteří budou VR ve škole používat, ředitel a případně zástupci rodičů. Po seznámení účastníků s programem prezentace se představí virtuální realita a projekty, které firma již vytvořila. Následně je účastníkům umožněno si jednotlivé aplikace vyzkoušet, aby měli možnost pochopit smysl této inovace. Na základě zkušenosti s VR se následně diskutuje nad předměty, které by bylo vhodné vyučovat ve VR na dané škole.

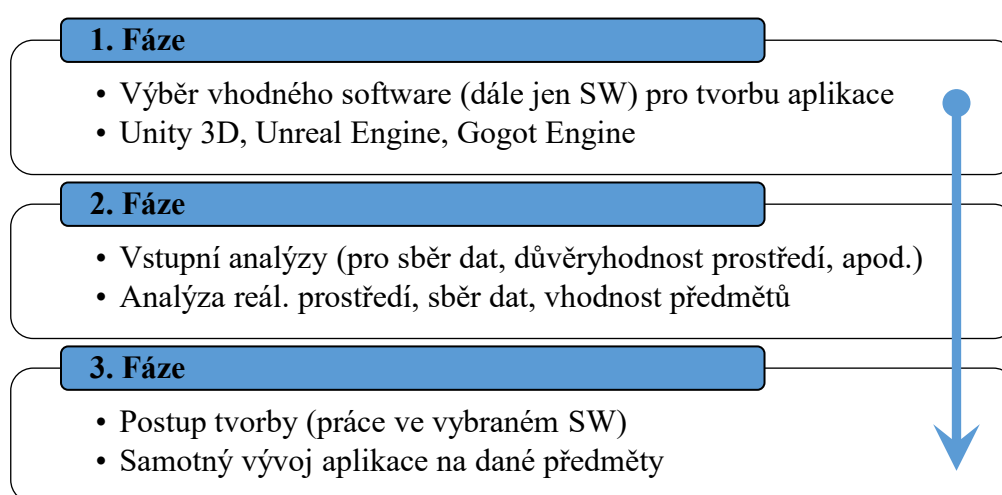
Diskuze je vedena oboustranně, protože každá strana má nějakou představu. Škola z pohledu toho, co by pro ně bylo nejvýhodnější a firma z pohledu co je ve VR možné vytvořit.

Všechny nápady jsou objektivně posouzeny a zapsány pro následné analýzy. Na základě informativní schůzky se sejde vývojový tým, který nápady rozšiřuje a dopracovává do konceptu, který slouží jako předloha pro vývoj aplikací.

### 7.1.1 Vývoj

Základem celého vývoje je **system pro správu aplikací** neboli **platforma**. Ten jako takový je jedinečný napříč celým trhem, protože firma díky možnostem svého systému může volně přidávat a odebírat aplikace na základě požadavků a sledovat live stream přímo z brýlí na tabletu, počítači či telefonu. System byl vytvořen ve spolupráci s vývojáři a je exkluzivně poskytován pouze pro zákazníky, vývojáře a firemní zaměstnance. Platforma je webová aplikace, a proto je možné se k ní připojit z jakéhokoliv zařízení. Pro jednotlivé zákazníky jsou vytvořeny přihlašovací údaje, díky kterým se do platformy přihlašují. Hlavní výhodou je její jednoduchost a možnost customizace pro jednotlivá odvětví nebo vytváření playlistů. Je tedy multifunkční napříč VR School, VR Medical a VR Training. Vývojovou fázi tvorby aplikací pro inovaci části VR School je možné rozdělit do 3 fází, které jsou popsány na obrázku 16.

Obrázek 16: Fáze tvorby aplikací do VR



Zdroj: zpracováno autorem (2022)

Všechny fáze patří do předprojektové fáze nově vznikajícího inovačního řešení. Je důležité vybrat jednotný program (SW), ve kterém budou všichni vývojáři pracovat, posbírat co největší možné množství dat, nápadů a podnětů pro tvorbu aplikací a vybrat ty nejlepší. Následuje jejich předání vývojářům a začíná vývoj a testování.

### **1. Fáze: Výběr vhodného SW**

Hlavním kritériem při výběru vhodného SW pro tvorbu aplikací je možnost přizpůsobovat a modifikovat obsah dle vlastních potřeb. Je důležité, aby bylo možné co nejdůvěryhodněji připravit prostředí tak, aby bylo reálné a uvěřitelné. Další kritéria při výběru software je integrace s ostatními SW, které je nutné pro vývoj využívat. Příkladem můžou být programy na tvorbu avatarů, střihání videí, tvorbu animací apod. Posledním kritériem je jednoduchost systému. Musí být jednoduchý pro ovládání a snadno naučitelný pro další vývojáře, kteří postupně doplňují tým.

Vývojáři podílející se na vývoji aplikací všichni pracují zejména s programem Unity 3D, který byl na základě zkušeností vybrán. Jedná se o program, pro tvorbu virtuální reality. Je volně stažitelný pro organizace do určité částky příjmů. Tato částka je stanovena v podmínkách užívání vlastníka softwaru Unity 3D.

Unity 3D je multiplatformní herní engine od společnosti Unity Technologies. Je využíván pro tvorbu her pro PC, konzole, mobily a weby. V počátcích byla podporována pouze pro počítače s OS X od firmy Apple. Od představení v roce 2005 na konferenci Apple se rozšířila do dalších 15 platforem a je tedy možné ji využívat na většině dostupných operačních systémů na světě. Jak již bylo zmíněno, jednalo se zprvu o čistě 3D vývojářské prostředí pro tvorbu her. V dnešní době se díky spolupráci s Android studiem využívá v mnoha dalších odvětvích jako jsou: automotive, architektura, VR nebo film.

Pro samotné vývojáře je v programu dostupný asset store, což je knihovna předvytvořených prostředí a komponent pro snadnější tvorbu. Jsou rozděleny na placené a neplacené. Rozdíl mezi těmito dvěma kategoriemi je hlavně v kvalitě zpracování a funkčnosti. Tvorba s placenými assety však zvyšuje náklady na vývoj aplikací. (Unity, 2022) (Linowes, 2018)

### **2. Fáze: Vstupní analýzy**

Vstupní analýzy v předprojektové fázi se projednávají na informační schůzce, která se domlouvá na základě doporučení, oslovení nebo zájmu ze strany škol.



Schůzka je důležitou složkou pro tvorbu obsahu do brýlí. Ve 2. fázi se provádí analýzy prostorů, analýzy možností, zda bude v aplikaci možné vytvářet návrhy. Jde o proces v kooperaci se zákazníkem (školou), který se do vývoje aplikací tímto způsobem zapojuje. V druhé fázi je nutné dostat odpovědi na 3 základní otázky:

1. Na jaké předměty se aplikace budou tvořit?
2. V jakém prostředí budou?
3. Jaký bude jejich obsah?

**První otázka** se projednává ve vybrané škole a obsahuje seznámení s možnostmi, které virtuální realita nabízí. Ukazují se již proběhlé projekty, aby měl zákazník (zaměstnanci, ředitel, odpovědná osoba) představu o tom, jak aplikace vypadají a čeho jsou schopny. Jedná se o zcela zlomovou zkušenost, kterou je nutné podstoupit. Pokud si člověk na schůzce virtuální realitu nevyzkouší, není pro něj možné se vžít do situace, která nastane pro studenty, pokud se aplikace přidá do variant výuky ve škole. Zážitek z VR je zcela jedinečný a většině lidí poskytne pohled do jejich možností a vede k pochopení podstaty věci. Na základě požadavků jsou následně diskutovány a objektivně zhodnoceny možnosti s vývojářem, který je schůzce přítomen. Klíčová informace je, pro které předměty by si škola přála vyučování ve virtuální realitě realizovat.

**Druhá otázka** se projednává již v týmu vývojářů a jejich vedoucích. Jedná se o vytvoření prostředí pro jednotlivé aplikace. Řeší se otázka, jestli bude předmět v reálném prostředí školy nebo ve virtuálním vymyšleném prostředí. Pro předmět chemie bylo vybráno prostředí školní laboratoře. Pro biologii a astronomii bylo vytvořeno prostředí ve VR. Přesněji pro astronomii vesmírná loď a pro biologii smyšlená laboratoř.

#### - Chemie

Chemická laboratoř byla vytvořena pomocí analýzy prostředí laboratoře ve škole a vybavení, které vývojáři našli v asset storu nebo vytvořili sami. Analýza probíhá na základě rozčlenění a rozkladu složitějšího celku na jednodušší části. Zejména jde o analýzu prostorovou, která se provádí pomocí fotodokumentace z různých úhlů a videa. Tato analýza poskytuje data pro vytváření modelu třídy ve VR. Nejdůležitějšími daty jsou zejména rozměry objektů, nástrojů a pohybu po třídě. Cílem je získat veškeré informace pro namodelování co nejrealističtějšího vzhledu. Po vytvoření detailní fotodokumentace se přechází k vytvoření layoutu třídy, tedy grafického znázornění rozložení jednotlivých objektů ve třídě. Vzhled a rozložení laboratoře je vidět na obrázku v příloze F.

- Astronomie

Pro tvorbu aplikace na předmět astronomie bylo vybráno prostředí vesmírné lodi, která pluje vesmírem a student tak má reálnější zážitek. Vytvoření prostředí vesmírné lodi se poskládá z návrhů, představivosti vývojáře a možností SW.

- Biologie

Prostředí pro předmět biologie bylo vytvořeno v prostorech laboratoře, která je smyšlená. Jedná se tedy čistě o nereálné prostředí, které má v žácích vzbudit pocit, že jsou přeneseni mimo školu a působí se tím zároveň na jejich představivost a vžití se do situace.

Na základě možností virtuální reality, vyselektování předmětů pro aplikace a designu prostředí, se vývojový tým ve spolupráci s odborníky začne zabývat otázkami vytvoření scénářů pro jednotlivé aplikace.

**Třetí otázka** je nejsložitější. Jedná se o obsah jednotlivých aplikací – tedy scénáře aplikací. V případě chemie se jedná o pokusy, které si budou moct žáci ve VR vyzkoušet. V biologii jde o část učiva, kterou by bylo nejlepší naživo vidět a pro žáky je nepředstavitelné se s tím setkat v realitě. V astronomii jde o výběr ukázek z prostředí vesmíru, aby se naplnilo učivo, zároveň to žáky bavilo a dalo jim to představu o tématu jako takovém. Na vytváření scénářů spolupracují vývojáři s týmem odborníků, který se skládá z řad učitelů, školitelů a případně vědců pro konzultaci správnosti obsahu.

### **3. Fáze: Postup tvorby**

**Návrh scénářů** probíhá po předprojektové fázi. V týmu se pomocí technik brainstormingu nebo brainwritingu vytipují nejlepší nápady, které se následně využívají pro tvorbu vývojových stromů. Z těchto stromů jsou vytvářeny jednotlivé scénáře pro aplikace.

Po dokončení návrhů a vývojového stromu je na řadě samotná **tvorba v softwaru**. Pro vývoj aplikací celý tým využívá software Unity 3D. Při prvotním spuštění SW je nutné se přihlásit dříve vytvořeným účtem Unity ID. Po přihlášení se zadávají obecné informace o projektu jako je název a místo uložení souboru. Následně se program spustí a objeví se prostředí, kde je nastavené defaultní rozložení, které si každý vývojář přetvoří dle svých preferencí pro lepší navigaci v programu. Prostředí vývojového softwaru Unity 3D při tvorbě je možné vidět v příloze B.

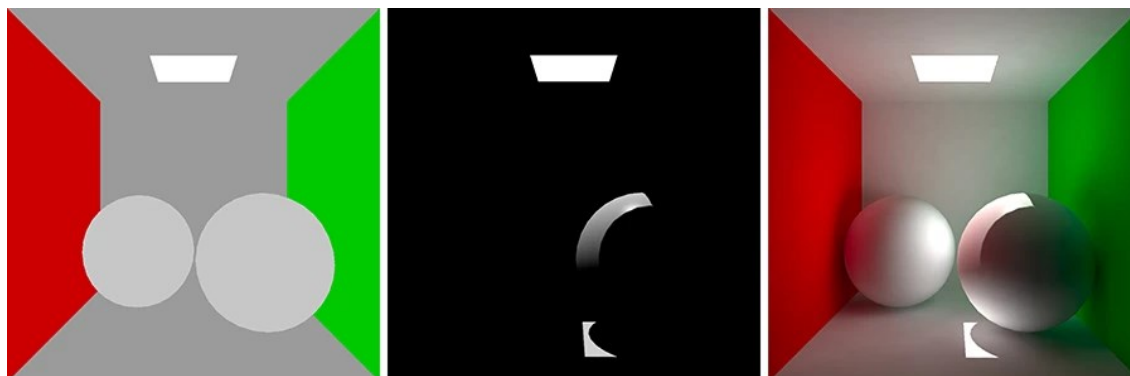
- Toolbar = základních 7 ovládacích prvků, kde se každý prvek týká jiné části editoru.
- Scene = umožňuje vývojáři nastavit pozice a upravovat objekty vložené do scény.
- Hierarchy = seznam všech objektů po sobě jdoucích v aktuální scéně.
- Project = levý panel okna, který zobrazuje hierarchickou strukturu jednotlivých složek projektu.
- Console = okno ve spodní části pod scénou, kde vyskakují chybové zprávy, zprávy pro lepší přehlednost fungování aplikace – nalezení / ztráta markeru. Je důležité si tuto část programu vždy při spuštění vymazat tlačítkem „clear“ pro lepší vyhledávání ve zprávách.
- Game = zobrazení vzhledu a funkčnosti celého projektu (aplikace).
- Inspector = podrobné informace o aktuálně vybraném objektu a vlastnosti připojených komponent. Následnou úpravou vlastností lze upravovat funkčnost objektů ve scéně.
- Asset store = obchod s před-vytvořenými rozšířeními pro projekt, které lze importovat do projektu.
- Services = integrované služby pro rychlejší tvorbu her a zvýšení produktivity při práci s Unity 3D.

Hlavní složkou při tvorbě aplikací jsou **objekty**. Rozdělují se na statické a dynamické. Hlavní rozdíl mezi nimi je interakce s uživatelem a nastavení fyziky a hmotnosti. Statické objekty jsou během celé interakce nehybné. Uživatel s nimi nemůže nijak pohybovat ani na ně nepůsobí. Po celou dobu jsou ve stejné pozici a jedinou věcí, co by mohly způsobit, je kolize s uživatelem, které je nutné zabránit a dát je z cesty pro plynulost aplikací. Dynamické prvky mají přiřazenou fyziku, tedy hmotnost, působení gravitace a možnost s nimi pohybovat. Pravidlem těchto prvků je, že na ně platí reálné fyzikální zákony (pokud do sebe dva prvky narazí, budou na sebe navzájem působit). Je důležité dobře nastavit vlastnosti, aby nezpůsobovaly kolize při běhu aplikace.

Důležitou součástí tvorby je dobré **osvětlení scény**. Pro moderní herní osvětlení je převážně využíváno globální osvětlení (dále jen GI). Tento termín se používá pro techniky a matematické modely, které se snaží simulovat chování světla při odrazu a interakci s objekty.

Jedná se o náročné výpočetní procesy, které je nutné udělat v předstihu, aby následně neprobíhaly při používání aplikace a ta se v brýlích nezasekávala nebo nespádla. Jaký je hlavní rozdíl mezi osvětleními je možné vidět na obrázku 17.

Obrázek 17: 3 typy osvětlení objektů pro stejnou scénu



Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)

Na levém obrázku je vidět scéna bez osvětlení, uprostřed je scéna s přímým světlem a vpravo je scéna s využitím GI. Obrázky s využitím GI jsou realističtější díky odrazům světla mezi povrchy. Unity nabízí několik možných světelných technik, které lze při tvorbě využít:

- Realtime lighting = výchozí nastavení, které je vybrané z bodového a směrového světla v reálném čase. To znamená, že se stíny a světlo pohybují a aktualizují při pohybu, tedy s každým snímkem projekce.
- Baked GI lighting = univerzální metoda, která znamená, že se světlo ukotví při daném pohledu (spustíme „baking“, neboli zapékání). Výhoda této metody je, že je méně náročná na grafiku. Nevýhoda je, že nevykresluje stíny v reálném čase a světlo nereaguje na pohyb.
- Realtime GI lighting = světlo dokáže reagovat na světelné podmínky ve scéně. Jde o tzv. interaktivní aktualizaci světelné scény, která je velice náročná na HW počítače. Poskytuje však uživateli největší přidanou hodnotu a reálnější prožitek.

Osvětlení scény je důležitou součástí při tvorbě aplikací. Je na vývojáři a výkonu hardwaru, jakou variantu si zvolí. Pokud je světlo nastavené dobře, zvyšuje to kvalitu obrazu a nenastane problém se sekáním či padáním aplikací, což opět zvyšuje prožitek. Proces nastavování světla je při vývoji dlouhou etapou, kterou je nutné testovat a nastavovat po malých krocích.

## 7.1.2 Hardware

### Headsety

Pro virtuální realitu budou představeny dvě nejpoužívanější varianty pro přehrávání. Jedná se o model HTC Vive, který je na obrázku 18 a jde se o dražší variantu, která se používá zejména pro vývoj, testování velkých projektů a ve výzkumných centrech či na vysokých školách. Druhá varianta Oculus Quest 2 je dostupnější, menší a firmou používaný hardware pro všechny nabízené inovace.

#### - HTC Vive

Jedná se o výkonnější, rychlejší, ale dražší a náročnější variantu. Brýle HTC Vive se cenově pohybují okolo 20-33 tis. Kč, dle hardwarových požadavků a výkonu. Jedná se o vysoce výkonné brýle, které je nutné mít v průběhu hraní připojeny pomocí kabelu k počítači. Aplikace do HTC Vive jsou náročnější na výpočetní výkon, avšak pro uživatele mohou být reálnější a plynulejší v průběhu hraní. Nedílnou součástí využití tohoto typu brýlí je připojení k počítači, který musí mít výkonnou grafickou kartu, aby výkon zvládl přenést. Nevýhodou je, že tyto brýle neumějí tzv. hand tracking, tedy interakci pomocí rukou. Ta je pro účely aplikací pro VR School či VR Medical zásadní, a proto se tyto brýle využívají méně často.

Obrázek 18: HTC Vive



Zdroj: CZC.cz (2022)

#### - Oculus Quest 2

Brýle jsou uživatelsky i cenově přívětivější variantou pro přehrávání aplikací ve VR. Jedná se o all-in-one zařízení, což znamená, že není nutné je mít připojené k žádnému počítači. Cenově se pohybují kolem 10-14 tis. Kč, dle příslušenství a velikosti paměti.

Brýle jsou vybaveny funkcí hand tracking, a proto jsou využívány napříč všemi odděleními firmy CIE Group. Jsou zároveň poskytovány pro zákazníky pro pilotní projekty či jako implementace VR do škol, podniků či zdravotnických zařízení. Díky své nízké hmotnosti a nenáročnému ovládání jsou mobilnější a je možné je využívat kdekoliv. Před samotným používáním je do nich nutné nainstalovat aplikace pomocí programu Oculus a SideQuest.

Pro účel diplomové práce budou dále rozebrány zařízení pro přehrávání pouze pro Oculus Quest 2, které jsou na obrázku 19.

Obrázek 19: Oculus Quest 2



Zdroj: Mall.cz (2022)

### **Hardware pro spouštění**

Pro spuštění aplikací není nutné žádné zařízení. Vše lze ovládat přímo z brýlí. Pro účely vzdělávání ve školách se využívá sledování streamu z brýlí a také spouštění z jednoho zařízení najednou. To napomáhá učitelům, aby měli přehled, co v jakých brýlích běží anebo je mohl spustit všechny najednou. Pro tyto účely jsou brýle dodávány s tabletem, který obsahuje systém firmy CIE Group. Pro spuštění aplikací je možné používat tyto 3 varianty:

- tablet = cenová relace 4-7 tis. Kč, minimální požadavky 6 GB RAM, procesor 1,1 a víc GHz
- mobil = jakýkoliv výkonnější smartphone (minimální požadavky jako na tablet)
- počítač = kancelářské / studentské notebooky

Nejčastější variantou je tablet kvůli přenositelnosti a zároveň velké zobrazovací ploše. Výhodou také je, že není nutné, aby byl připojen do nabíječky po celou dobu užívání, jako počítač, který se může rychleji vybíjet.

## Internetové připojení

Poslední součástí, která je nutná k běhu aplikací, je internetové připojení. Pro spouštění je v ideálním případě potřeba Wi-Fi připojení. Pro variantu bez streamu nezáleží, na jakém připojení se nacházejí brýle a tablet. Pro připojení se streamem je nutné mít brýle i tablet připojí na stejnou Wi-Fi. Tento problém řeší VR Box, který bude podrobněji popsán v kapitole 8.2 Hardware inovace a je možné ho vidět na obrázku v příloze C.

## 7.2 Workshop

Workshopu ve škole předchází testování a **instalace jednotlivých aplikací** do brýlí pro domluvené předměty. Instalace je pro zaměstnance již jednoduchá a je nutné k ní mít hlavně počítač. Probíhá na půdě firmy a stará se o ní operativní manažer. Pro instalaci je potřeba umět pracovat s programy SideQuest a Oculus. Tyto programy zaručují jednoduché a účinné nainstalování. Oculus umožňuje připojení a rozeznání brýlí po připojení pomocí USB-C kabelu do počítače. Program SideQuest slouží ke správě obsahu brýlí. Pověřený pracovník si otevře paměť brýlí, z které smaže nepotřebné aplikace, které se v průběhu vývoje přidaly a nainstaluje jen aplikace vybrané pro danou školu. Instalace trvá v řádu desítek minut. Po instalaci je nutné jednu po druhé vyzkoušet a projít, jestli se v brýlích neseká a je plně funkční a připravena pro workshop a ukázkou ve škole.

Na vývoj a následnou instalaci navazuje domluvení termínu **workshopu**. Ten se zpravidla domlouvá minimálně s předstihem sedmi dní, aby bylo možné aplikace průběžně zkoušet. Celý workshop probíhá ve vybrané škole. Workshopu jsou přítomni ve většině případů stejní účastníci jako na informační schůzce. Jedná se o zástupce ze strany školy a rodičů. Z firmy jede na workshop vývojář, produktový manažer, jednatel firmy a v lepším případě spolupracovník (odborník) na dané téma, se kterým firma spolupracovala při vývoji. Na workshopu je představeno pomocí prezentace hlavních pět bodů:

- předměty, pro které byly aplikace vytvořeny,
- názorné ukázky prostředí pro jednotlivé předměty,
- scénáře připravené pro předměty,
- obsah scénářů,
- a zhodnocení z hlediska výhod a přínosů.

Každá prezentace workshopu je provázána s výkladem od interního spolupracovníka firmy, který popisuje přítomným jednoduchým způsobem, o jaké pokusy či ukázky se

v aplikacích jedná a seznamuje je tak s obsahem. Celá prezentace je vedena jednatelem nebo produktovým manažerem. Workshop je zakončen ukázkou ve VR. Ta probíhá s menším boxem, kterým firma disponuje. Tento box obsahuje 2 headsety a tablet. To vše je stejně jako VR Box (popsán detailněji v kapitole 8.2 Hardware inovace) napájeno ze zásuvky a nabíjeno přímo v boxu. Box samotný vytváří internetové připojení pomocí zabudovaného routeru, přes který se propojí brýle a tablet, aby bylo možné ukázat stream ostatním účastníkům. O představení se stará vývojář, který doprovází ukázkou o pokyny či rady, když účastník potřebuje pomoci. Celý workshop končí po vyzkoušení všech účastníků ze strany školy a poznamenání si připomínek. Tyto připomínky si zaznamenává po celý průběh vývojář, aby je mohl implementovat do aplikací.

Na základě workshopu má škola možnost dvou variant dalšího postupu. První z nich je pilotní verze, která trvá 1 měsíc a slouží k vyzkoušení upravených aplikací po opravení a zanesení připomínek. Pilotní verze obsahuje zapůjčení hardwaru do školy. Druhá varianta je již implementace do systému vyučování ve škole. Průběh pilotní verze a implementace bude popsán v následující kapitole.

### 7.3 Pilotní verze

Pilotní verze je uplatňována ve většině škol. Každá ze škol má možnost si celý proces vzdělávání vyzkoušet po dobu jednoho měsíce. Pokud se nejedná o učitele, kteří již s VR mají zkušenost, využívají této možnosti, aby zjistili, zda bude možné VR zařadit a jestli se bude žákům líbit.

Pokud se škola rozhodne pro pilotní verzi, je nutné před zaškolením a dodáním boxu do školy **vytvořit účet v systému**. Každá škola má svůj vlastní účet, v kterém vidí svůj playlist. Organizace je do platformy přidána před instalací aplikací. Jedná se o zdlouhavý proces, který obsahuje vytvoření účtu, přihlašování organizace přes vývojářský režim, zadávání brýlí pod danou organizaci a pak následuje instalace aplikací stejně jako tomu bylo před workshopem. Nyní jsou však přidány do brýlí, které bude využívat škola. Do platformy je také přihlášen tablet, aby nedošlo k problémům s nutností opětovného přihlášení. Posledním krokem před zaškolením **je nastavení brýlí**. Všechny brýle, které jsou firmou dodávány do pilotních projektů či implementovány mají vypnutý ochranný systém. To zabraňuje nutnosti znovu nastavovat prostředí pro pohyb pokaždé, když se brýle zapnou na jiném místě, než byly používány naposled. Vypnutí ochranného systému ulehčí žákům výměnu brýlí a nebude tak nutné pokaždé nastavovat, jestli žák sedí, stojí



nebo v jakém prostoru se nachází. Po dokončení nastavení a přihlášení se vypíná vývojářský režim a brýle jsou uloženy do praktického boxu, který bude do školy dodáván.

Pilotní verze obnáší zaškolení a vyřízení dokumentů nutných k zapůjčení hardwaru do školy. Škole je v boxu vypůjčen od firmy 1 pár brýlí s tabletem a sim kartou. Je jen na učitelích, jestli chtějí tablet využívat či ne. Mohou využívat školní Wi-Fi nebo počítače pro spouštění brýlí a aplikací v jejich playlistu na platformě. **Zaškolení** probíhá s pracovníkem firmy CIE Group z vývoje nebo produktové sekce. Ten si ve škole domluví školící den, kterého se účastní všichni, kteří budou ve škole s VR pracovat. Jde ve většině případů o učitele a ředitele školy, který chce na celý proces zaškolení dohlédnout. Školení trvá něco mezi 2-3 hodinami. Při školení se účastníkům představují:

- podmínky okolí, které je nutné dodržovat při používání VR,
- bezpečnostní rizika a opatření v případě, že nastanou,
- platforma a její možnosti,
- playlisty, kde učitelé najdou aplikace,
- spouštění streamu,
- práce s brýlemi,
- zapnutí/vypnutí aplikací,
- a úschova v boxu pro správné připojení k nabíjení.

Po zaškolení se zvolí odpovědná osoba, která se o brýle bude starat a je s ní nutné podepsat dokument o zapůjčení. Box se nechává ve škole a ta má možnost měsíčního zkoušení. S boxem ve škole zůstává také několik dokumentů včetně manuálu, uživatelské příručky a tzv. „emergency kit“, což je dokument, který obsahuje shrnutí školení v bodech. Po měsíční zápůjční době je škola kontaktována a jedná se o implementaci.

## **7.4 Implementace**

Na základě zkušeností s virtuální realitou se škola rozhoduje o implementaci do vyučování. Ve většině případů se tak stane po dokončení měsíční pilotní verze, která přinese zpětnou vazbu pro firmu od školy a ta pro ni vystaví nabídku. Dle zpětné vazby firma upravuje nedostatky, které za měsíc byly nalezeny.

Školy mají dvě možnosti, ze kterých si mohou vybrat. První varianta obsahuje VR Box s 10 nebo 14 brýlemi, tablet a doplňky jako desinfekční ubrousky a podobně.

Druhá varianta obsahuje pouze software, tedy aplikace na předměty. Obě varianty jsou shrnuty v tabulce 2 níže na stránce.

V případě **první varianty** se celá objednávka vyřizuje v rozmezí několika týdnů v návaznosti na skladové množství brýlí Oculus Quest 2. Jsou v nich vypnuté ochranné systémy, nastavené ovládání pomocí rukou a brýle jsou dodány v boxu s integrovaným nabíjením. Součástí je technická podpora, která zaručuje v případě problémů odpověď do 48 hodin. Tyto podmínky jsou zaneseny ve smlouvě. Součástí je také zaškolení učitelů s ovládáním boxu, respektive routeru uvnitř boxu. Díky kompaktnosti a vzájemné kompatibilitě toto řešení nabízí jednoduché spuštění plug & play, které znamená že učitel vyndá brýle žákovi z VR Boxu, ten je tlačítkem zapne a aplikace mohou být spuštěny.

**Druhá varianta** obsahuje pouze software (aplikace + platforma). To sebou nese určité nevýhody, s kterými je nutné počítat. Hlavní nevýhodou je nekompaktnost a složitější ovládání. Škola musí vyhradit místo, kde se budou vlastní brýle skladovat a jednotlivě nabíjet. Tento problém je v první variantě vyřešen boxem. Druhá varianta také vyžaduje prvotní nastavení v prostorách školy, protože je nutné zapojit všechny brýle na jednu síť. Pro tyto případy firma CIE Group nabízí jednorázovou doplňkovou službu v ceně inovace. Technik nebo vývojář dojde do školy a všechny brýle přihlásí, nainstaluje aplikace, zprovozní a vypne na nich ochranné systémy jako v případě varianty č.1. Jedná se o jednorázovou službu, a proto se technická podpora nevztahuje na další problémy s hardwarem. Pro případné problémy se softwarem je technická podpora pro školu připravena stejně jako v 1. variantě, pomoci do 48 hodin.

Tabulka 2: Shrnutí hlavních rozdílů variant implementace VR

<b>Varianta 1 – VR BOX</b>	<b>Varianta 2 – aplikace + platforma</b>
box na brýle a tablet (ochrana, nabíjení)	úložný prostor ve škole (nabíjení, úschova)
10 nebo 14 ks brýlí	vlastní počet brýlí (jakýkoliv)
konektivita ihned pomocí routeru v boxu	konektivita na vlastní školní síti
plná technická podpora	omezená technická podpora
vyšší cena hardwaru	bez hardwaru

Zdroj: zpracováno autorem (2022)

## 8 Obsah inovace

Pro účely této diplomové práce bude v následující kapitole popsán kompletní obsah, který inovace nabízí. Bude popsán obsah jednotlivých aplikací pro předměty: chemie, biologie a astronomie. Aplikace poskytnuté firmou CIE Group, přesněji VR School, umožňují žákům vyzkoušet si věci, které nejsou v možnostech ani prostorech škol možné. Dále bude představen konkrétní hardware, který je v inovaci školám poskytnut, jaké jsou podmínky pro používání virtuální reality ve škole a jak učitelé VR spouštějí a monitorují.

Samotná inovace je nyní na konci pilotní verze na Gymnáziu Františka Křížíka v Plzni, kde se zkoušejí všechny aplikace v různých scénářích. Hodnocení celého projektu je zpracované na konci práce v kapitole 9.3, kde je rozhovor s učitelem a IT technikem gymnázia Mgr. Danielem Namem. Celá inovace ve škole bude přecházet do postupné implementace. Jen v Plzni se pilotní verze aplikace účastní další jednotky škol.

Díky velkému zájmu a možnosti podpořit inovativní politiku škol se záměrem přilákat do svých řad nové žáky, se na firmu CIE Group obrací čím dál větší množství škol nebo vzdělávacích center, příkladem může být například Centrum robotiky v Plzni. Největší přínos shledávají v přetváření výuky pro žáky v zábavnější a příjemnější formu a zavádění nových technologií. Pro učitele nese inovace také velkou řadu výhod, mezi které nepochybně patří vystoupení z rutiny, která při stále opakujících se úkonech a látkách, může nastat. Učitelé si zatím velmi pochvalují aplikace i variabilitu a bezpečnost, kterou tato inovace nabízí.

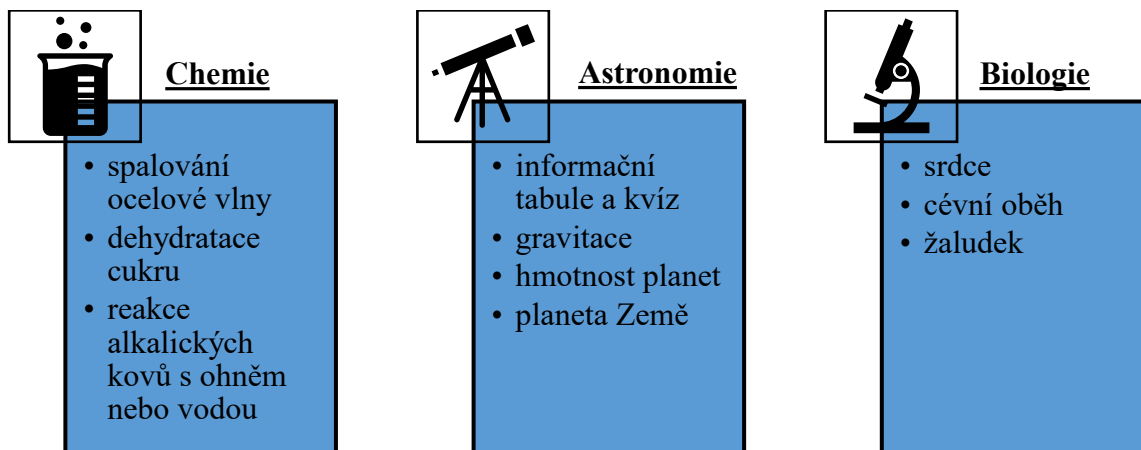
Jak bylo zmíněno v kapitole 7.1.2, brýle Oculus Quest 2 jsou největší výhodou celé inovace. Tou je možnost ovládat jednotlivé aplikace pomocí rukou. Jelikož nejsou potřeba ovladače, celý proces se urychluje a zjednodušuje. Pro samotnou výuku učitel potřebuje jen brýle a tablet, kterým aplikace následně pro žáky spustí.

V nynějším playlistu pro školy se nachází 2 hlavní předměty a třetí se připravuje a testuje. V následující části bude představen obsah jednotlivých předmětů, včetně popisu a pro biologii jsou popsány plánované scénáře, které jsou nyní v jednání se školami, odborníky a připravovány a testovány vývojáři.

## 8.1 Předměty

Inovace obsahuje 3 předměty. Přehled s nynějším obsahem předmětů je znázorněn na obrázku 20. Dva z nich, tedy chemie a astronomie, jsou již v užívání ve školách a biologie je nyní ve vývojové fázi a testování. Po testech bude žákům přidána vzdáleně do playlistu a budou ji moci využívat.

Obrázek 20: Obsah aplikací



Zdroj: zpracováno autorem (2022)

### Chemie

Všechny pokusy se odehrávají v chemické laboratoři, která byla připravena na základě prostorové analýzy, následně vymodelována a je možné si ji prohlédnout v příloze F. Pokus začíná ve chvíli, kdy žák stlačí tlačítko „Start“ a mluvený hlas ho instruuje o postupu. Po levé ruce vedle kahanu je i návod, jak by měl žák postupovat.

#### - Spalování ocelové vlny

Po stlačení tlačítka „Start“ je vyzván k vybrání ochranných prostředků, které je nutné pro pokus použít. Po vybrání je nutné zvážit 4 přednastavené vzorky, které se následně po zvážení propisují do tabulky za nimi. Když žák zváží vzorky, může si zapálit kahan a začít s pokusem. Po jednom vkládá vzorky na zapálený kahan a díky animaci může vidět, co se při hoření děje za reakci a jak se při hoření spotřebovává kyslík ( $O_2$ ) a vytváří se oxid železitý ( $Fe_2O_3$ ). Po dohoření je vyzván k opětovnému zvážení. Zjistí, že díky hoření ocelová vlna nabyla hmotnosti. Takto opakuje pokus pro všechny vzorky. V případě, že se dostane příliš blízko kahanu, mluvený hlas na něj zavolá, aby si dával pozor a nepopálil se. To napomáhá realističtějšímu zážitku a vžití se do problematiky, která je s chemickými pokusy spjatá. Pokus je možné si prohlédnout na obrázku v příloze G.

- Dehydratace cukru

Druhý pokus začíná stejně jako první. Je nutné vybrat správné ochranné pomůcky a spustit pokus tlačítkem start. Pokus se skládá ze 3 částí. První částí je dehydratace sypkého cukru s využitím kyseliny. Po nasypání cukru do kádinky a zalití kyselinou zanedlouho začne probíhat reakce. Ta dojde až do fáze, kdy odchází pára a celá baňka zčerná a vyleze z ní uhlíková pevná sloučenina. Po dokončení tohoto pokusu se žák přenesení přímo do reakce, kde se před ním objeví velká zkumavka a je mu přesně vysvětleno co se v pokusu děje, které sloučeniny se vytvářejí, co dělají a proč se to tak děje. Všechny prvky padají do zkumavky v podobě molekul a je žákovi řečeno, že se jedná o exogenní reakci. Po dokončení se vrátí do laboratoře, kde si vyzkouší tentýž pokus, avšak s kostkovým cukrem v Petriho misce. Jeho úkolem je zjistit, jak se proces změní, což je druhá část pokusu. Třetí část se skládá z malování na ubrousek kyselinou. Žák má za úkol vybrat mezi kyselinou a její zředěnou variantou a vyzkoušet, kterou je možné malovat na ubrousek. V průběhu pokusu je opět laborant vystavován hláškám o dbání na pozornost, nepřibližování se k nádobám s kyselinou nebo aby si dal pozor před políáním, když lahvičku špatně nakloní.

- Reakce alkalických kovů s ohněm a vodou

Třetí pokus začíná stejným způsobem, vybráním ochranných prvků, následně je pro žáka připravena reakce alkalických kovů s vodou po levé ruce a s ohněm po pravé. V případě reakce s vodou i ohněm se jedná o prvky sodík (Na), draslík (K), vápník (Ca) a železo (Fe). Následně si žák vyzkouší po rozpuštění vzniklou kapalinu naředit indikátorem a tím tato část končí. V části, kde stejné prvky reagují s ohněm, je žák nucen jednotlivé prvky rozřezat pomocí skalpelu po přenesení kleštičkami na prkénko. Pro udržení pozornosti je žák pokárán při nebezpečném používání skalpelu. Po rozříznutí umístí menší kousky nad kahan, který zapálí a sleduje barvu při hoření. Po dohoření se barva zapíše do tabulky. Toto opakuje pro všechny kovy. Po dokončení obou variant pokusu se žák dostane za odměnu na představení reakce rubidia s vodou, která má za následek masivní exotermní reakci, kterou si spustí tlačítkem. Tím pokus končí a žák má následně možnost si pokus udělat znovu bez pokynů a návodů.

## **Astronomie**

Na začátku se ocitá v prostředí vesmírné lodi, kdy k žákovi přiletí mluvící avatar, který ho provádí celým scénářem aplikace. V případě, že žák neví, co má dělat, v každé další

scéně je možné se stisknutím pomocí tlačítka na avatara obrátit pro nápovědu. Aplikace obsahuje tři herní režimy, které budou v následující části popsány podrobněji. Astronomie probíhá ve stoje a pro žáka je připravena řada zábavných variant, které si může vybrat pomocí naklonění levé ruky dlaní k brýlím. Ukáže se mu mapa, na které pomocí pravého ukazováčku zvolí, kam na lodi se chce přenést. Všechny instrukce podává zmiňovaný avatar.

- Úvodní scéna – informační tabule a kvíz

Před žákem se objeví velký panel, na kterém je 18 políček s objekty, které se nacházejí v naší sluneční soustavě. Žák zde může vidět planety, satelity, měsíc, celou sluneční soustavu a Slunce. Ke každému zvolenému objektu je na panelu zobrazen podrobný popis s podrobnými informacemi.

Pokud se žák otočí o 180°, zobrazí se mu druhá tabule, která obsahuje kvíz s 10 otázkami. Každá otázka má jednu správnou odpověď a je možné odpověď opakovat. Odpověď je volena pomocí pojízdné sondy, která se nachází na Měsíci a v případě správné odpovědi se vrací na půdorys, na kterém před uchopením stojí. Správná i špatná odpověď je doprovázena zvukovými efekty.

- Gravitace – katapult

Další aplikací, která se na vesmírné lodi nachází, je katapult, který představuje gravitaci na jednotlivých planetách naší sluneční soustavy. Katapult si žák nabije buď kamenem, nebo samotným avatarem. Následně zvolí planetu, podle které se nastaví prostředí, gravitace a na informační tabuli se ukáže velikost gravitace dané planety. Po výstřelu si může porovnat, jaké jsou rozdíly v gravitacích jednotlivých planet. V průběhu letu je možné měnit jednotlivé planety a ovlivnit tak trajektorii a délku letu kamene nebo avatara.

- Hmotnost planet – váha

Předposledním scénářem je váha, která znázorňuje porovnání vah jednotlivých planet. Pro žáka je možné volit také z 1, 10, 100 a 1000násobku pro jednotlivé planety před shozením na váhu. Váha se může při nepřiměřeném zacházení strhnout. Tento problém je možné vyřešit stlačením tlačítka „Reset“, které svítí červeně pod informační tabulí s výběrem planet. Příklad této aplikace je možné vidět v příloze E.

#### - Země

Poslední varianta, kterou si žák může vyzkoušet je přehled o planetě Zemi. Planeta Země se ukáže za oknem před lodí uprostřed vesmíru a prvním úkolem je natočit ji do správného úhlu, tedy 45°. Po natočení se Země začne otáčet kolem své osy. Následně může pomocí prstů zvětšovat a zmenšovat Zemi dle libosti. Dále může z menu na panelu vybrat zobrazení populace, politické mapy, zapínat a vypínat atmosféru nebo mraky a přepínat mezi dnem a nocí na Zemi. Poslední možností na panelu je znázornění jednotlivých zemských vrstev od jádra až po zemský povrch, jak ho známe ze satelitních snímků. Příklad, jak prostředí vypadá je možné vidět v příloze E.

### **Biologie**

Předmět biologie je momentálně ve vývoji a v testování. V prvotní aplikaci, která se dostane ke studentům budou mít možnost si vyzkoušet lidské tělo, respektive srdce, cévní oběh a žaludek. Pro všechny orgány začne aplikace stejným způsobem, tedy umístěním v těle člověka. Následně si žák označí, který orgán chce zkoumat a klikne si na něj. Celý předmět se bude odehrávat v prostorech laboratoře.

#### - Srdce

Pro srdce bude možné si je vytáhnout před sebe, udělat průřez a vidět tak jednotlivé síně, průchod krve a co se v srdci děje. To vše bude doprovázeno tlukotem srdce a animací tlukotu srdce. Ke všem řezům srdce jsou připraveny popisky s informacemi, onemocněními nebo operacemi, jaké se se srdcem provádějí.

#### - Cévní oběh

Stejně jako u srdce budou znázorněny jednotlivé rozdíly krve, rozdíl mezi tepnami a žilami, které budou rozděleny na modrou a červenou barvu. Žák bude instruován, jak to v cévním oběhu funguje a bude mít možnost si jednotlivé části oběhu přiblížit a důkladněji prozkoumat.

#### - Žaludek

Stejně jako u předešlých dvou variant bude žaludek umístěn v lidském těle a žák si ho vybere pro zvětšení. Bude mít možnost si žaludek důkladně prohlédnout, udělat průřez a dozvědět se informace co se v žaludku nachází, co se v něm děje za reakce a co se v něm nachází, včetně onemocnění apod.

## 8.2 Hardware inovace

Pro inovaci do školy jsou poskytovány firmou brýle a tablet na ovládání. Dle svých požadavků si škola může vybrat mezi 10 nebo 14 kusy brýlí. Pro lepší transport a uchovávání ve škole jsou skladovány i nabíjeny ve velké krabici, které se říká „VR Box“. Veškerý hardware inovace je shrnut v tabulce 3.

Tabulka 3: Hardware do školy

VR BOX	Množství	Upřesnění
Brýle	10–14 x	Oculus Quest 2
Tablet	1 x	Lenovo Tab P11 / iGet SMART L206
Box	1 x	Box pro nabíjení brýlí a tabletu

Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022), zpracováno autorem

### - VR Box

Hlavní složkou celé inovace je tzv. VR Box, který je do školy dodáván. Ten samotný slouží ke dvěma hlavním účelům. Jeden z nich je zabezpečené uložení a nabíjecí stanice pro brýle a tablet. Díky integrované nabíjecí stanici je možné sledovat stav nabití. Druhý účel je vytváření Wi-Fi pro propojení těchto zařízení mezi sebou. Box obsahuje router, který pomocí hotspotu vytváří Wi-fi na kterou se pak zařízení připojí. Díky tomu je možné na platformě sledovat live stream z toho co vidí studenti v brýlích. Do boxu je možné dát 10 nebo 14 ks brýlí. Vzhled a rozložení VR Boxu je možné vidět na obrázku v příloze C.

### - Oculus Quest 2

Ve VR boxu jsou dodávány brýle model Oculus Quest 2. Brýle jsou předpřipravené, nainstalované a zprovozněné k používání. Na brýlích je vypnuté používání ovladačů a jsou přepnuté na hand tracking, který brýle podporují a je zásadní pro používání aplikací pro školy. Dále je v brýlích nastaven ochranný systém na stacionární pohled, což znamená, že brýle fungují v přednastaveném prostoru (kruhu), kde se může uživatel pohybovat.

### - Tablet

Pro volbu tabletu mají školy 2 varianty. Je možná verze s nebo bez tabletu. Při verzi s tabletem se jedná o modely Lenovo a iGet, které jsou zmíněné v tabulce 3. V případě bez tabletu se pro školy poskytne pouze platforma, která je ve webové verzi. Lze ji spustit na počítači či smartphonu.



### 8.3 Software inovace

Základem softwaru je **platforma**. Ten je základním ovládacím centrem všech aplikací a brýlí, které škola v boxu dostane. Učitel má možnost si na platformě otevřít jakékoliv aktivní brýle a následně pro ně spouštět a vypínat aplikace z playlistu pro danou školu. Další funkcí je sledování streamu z jednotlivých brýlí. Na tomto streamu učitel vidí to, co žák v brýlích a může mu tak pomoci s navigací ve virtuálním prostředí. Velkou výhodou platformy je, že se jedná o webovou aplikaci, tudíž je možné ji spustit odkudkoliv a z jakéhokoliv zařízení připojeného k internetu. Jedinou podmínkou je spuštění brýlí i platformy ze stejné sítě Wi-Fi. Nově je možnost spouštět brýle hromadně, což učiteli velice usnadňuje práci a může ovládat všechny žáky zároveň a průběžně je kontrolovat. V případě, že některý žák dokončí pokus nebo hru (chemie a astronomie) dříve, učitel může jeho brýle vypnout jednotlivě anebo mu pustit něco jiného. Mezi hlavní výhody patří zejména:

- vzdálené sledování obsahu,
- kontrola nad VR brýlemi,
- hromadné spouštění aplikací.

### 8.4 Služby a dokumenty

Inovace s sebou nese velké množství dokumentů a potvrzení, které je nutné do školy dodat a podepsat. Při každé implementaci nebo pilotním projektu se vybírá odpovědná osoba, nejčastěji IT technik nebo správce školní sítě, který za brýle, tablet a úschovný box zodpovídá a je také člověkem, který komunikuje s technickou podporou firmy.

#### **Kompletní návod a školení**

Součástí implementace inovace je zaškolení učitelů. To probíhá v jeden den, kdy se učitelé, kteří budou s VR pracovat, v předem domluveném termínu sejdou se zástupci firmy CIE Group. Školení trvá přibližně 2-3 hodiny. Při školení se seznámí s celou problematikou. Začíná se orientací v systému v tabletu. Všichni jsou instruováni o playlistech, které jsou pro ně připravené, jak spouštět brýle a jak je sledovat při vyučování. Školení končí praktickými ukázkami a vyzkoušením si brýlí naživo. Školení probíhá zábavnou formou díky praktickým ukázkám a učitelé jsou jim velice nakloněni. V malém procentě případů se stává, že by učitelé problematiku nepochopili a bylo nutné školení opakovat.

V případě, že nastane problém i přes školení, je ve škole odpovědná osoba, která by problematiku měla zvládat co nejlépe a pomoci učitelům. Pokud by nastala situace, že ani ta nebude vědět co dělat, je pro školu možné kontaktovat firmu CIE, která s problémem poradí, případně ho dojede vyřešit. Ve škole zůstává velké množství podrobně zpracovaných manuálů, které by měly zajistit bezproblémový chod a minimální nutnost kontaktovat technickou podporu.

### **Podmínky pro používání VR**

Školení obsahuje také poučení o správném používání virtuální reality. Jedná se o podstatnou část, kterou je nutné znát, aby brýle, a hlavně interakce v aplikacích fungovala správně. Učitelům je podrobně popsáno, co jaký z následujících bodů způsobí. Nejčastěji špatné podmínky mají za následek špatné fungování aplikací, vypadávání, sekání a špatnou komunikaci mezi brýlemi a rukami.

- 1) dostatečný prostor kolem uživatele (sezení i stání = cca 2 metry)
- 2) dobře osvětlená místnost
- 3) nesedět naproti oknu / na přímém slunečním záření
- 4) nespouštět brýle u materiálů, které by mohly odrazet hodně světla (zrcadlo)
- 5) nespouštět na místech, kde jsou tlusté stěny a signál by mohl kolísat (žula, železobeton, železo, odrazové materiály)
- 6) nepřipojovat na Wi-Fi přes VPN (virtuální privátní síť)

Tyto podmínky je nutné dodržovat, aby vše fungovalo, respektive správně snímaly kamery, které jsou umístěny po obvodu brýlí a umožňují hand tracking. Stejný problém by mohl nastat při nedostatečném osvětlení místnosti nebo nadměrném slunečním záření proti brýlím. Nepropustné materiály mohou způsobovat rušení signálu internetového připojení.

Dle statistik, které si firma vede, je nejčastějším problémem ve školách připojení na školní Wi-Fi síť, která může být pomalá nebo slabá a světelné podmínky v učebnách. To může být způsobeno hlavně stářím a materiálem, ze kterých jsou školy postaveny. Nejedná se však o zásadní problém a je většinou díky připojení na router ve VR boxu vyřešen. Osvětlení se díky rekonstrukcím a nasazováním led osvětlení zlepšuje, a proto je tento problém často vyřešen změnou třídy nebo výměnou zářivek.

## 9 Zhodnocení inovace

V následující kapitole bude třemi způsoby zhodnocena inovace. První hodnocení obsahuje plánovaný rozpočet a porovnání výstavby laboratoře s nasazením VR. Druhé hodnocení bude provedeno pro dvě varianty hodnocení rizik s možnostmi, jak tato rizika ošetřit. První varianta jsou rizika spojená s inovací a druhá jsou rizika spojená s užíváním virtuální reality. Poslední hodnocení inovace je kvantitativní, jeho základem je rozhovor s Mgr. Danielem Namem, který je učitelem a zároveň správcem sítě na Gymnáziu Františka Křížíka v Plzni. On sám je odpovědnou osobou, která spolupracuje a komunikuje veškeré věci s firmou CIE Group ohledně zavádění inovace. Zároveň budou popsány hlavní přínosy pro žáky, učitele a školu, které plynou z rozhovoru s Mgr. Danielem Namem.

### 9.1 Rozpočet inovace

Rozpočet inovace byl projednán ve čtvrtek 14.4. na schůzce s CEO CIE Group Ing. Markem Bardym Ph.D., který má na starost projekty VR School a VR Training. Na základě jeho informací a dat od senior vývojáře pro VR School Bc. Matěje Dvořáka byla vytvořena tabulka, která znázorňuje náklady, které budou muset školy vynaložit na pořízení virtuální reality. Celá inovace se skládá z výše zmíněného obsahu v kapitole 8.

Pro shrnutí se jedná o hardware, který obsahuje 10 nebo 14 kusů brýlí Oculus Quest 2, tablet iGet nebo Lenovo, záleží na škole, který si zvolí, ale doporučenou variantou je iGet. Jedná se o levnější variantu, která pro školy má dostatečný výkon a pro potřeby spouštění aplikací je dostačující. Další složkou rozpočtu je VR Box, který slouží k uchovávání, nabíjení a přenosu brýlí a tabletu.

Díky variabilitě firmy je možné využít možnosti, která nabízí pouze pořízení softwaru. To by pro školy znamenalo, že si musí na vlastní náklady pořídit brýle a pro spouštění využívat počítačů ve škole nebo smartphonů. To však není tak pohodlné jako tablet nebo počítač. Pro porovnání obou variant rozpočtů byly vytvořeny tabulky 4 a 5.

Tabulka 4 popisuje inovaci v případě, že se škola rozhodne pro inovaci včetně kompletního hardwaru.

Na základě dostupných informací byl sestaven v tabulce 4 rozpočet pro inovaci v případě pořízení 10 nebo 14 kusů brýlí. Do rozpočtu je započítán vývoj, hardware a poplatek za technickou podporu. Zaškolení je součástí celého řešení, proto není v tabulce zaneseno.

V případě nutnosti dalšího zaškolení je firma nakloněna za určitý poplatek školení opakovat. Není však stanovena částka, kterou si za tuto doplňkovou službu bude účtovat.

Tabulka 4: Rozpočet inovace pro 10ks a 14ks brýlí

Položka	Jednotková cena	Počet kusů	SUMA
Brýle Oculus Quest 2	10 000,- Kč	10 ks / 14 ks	100 000,- Kč / 140 000,- Kč
VR Box	50 000,- Kč	1 ks	50 000,- Kč
Tablet iGet	4 500,- Kč	1 ks	4 500,- Kč
Service Fee	800,- Kč	12 měsíců * počet ks	96 000,- Kč / 112 000,- Kč
Vývoj: - mzdový náklad - odvody SZP - mobilita - marketing	122 000,- Kč	-	122 000,- Kč
<b><u>SUMA CELKEM pro 10 kusů brýlí</u></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kumulativní náklady</li> <li>• zisková marže</li> <li>• DPH 21 %</li> </ul>			<b>589 500,- Kč</b>
<b><u>SUMA CELKEM pro 14 kusů brýlí</u></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kumulativní náklady</li> <li>• zisková marže</li> <li>• DPH 21 %</li> </ul>			<b>740 500,- Kč</b>

Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022), zpracováno autorem

V tabulce 5 je zaneseno pouze pořízení softwaru inovace a technické podpora. V případě této méně nákladné varianty je firma ztotožněna s nutností zaškolení učitelů v návaznosti na instalaci, která bude probíhat v prostorách školy na jimi nakoupený HW. V nynější situaci tuto službu poskytuje zadarmo, protože se jedná o novinku v oblasti inovací do vzdělávání. Do budoucna plánuje tuto službu pro školy zpoplatnit, protože se nejedná o malou sumu. Náklady se pohybují v řádech vyšších tisíců korun dle vzdálenosti, počtu učitelů a časového rozsahu školení. Pokud si škola zvolí variantu jen se softwarem, je nutné, aby bylo firmě předem zadáno, pro kolik brýlí bude software pořizován, což je zohledněno v ceně, a proto budou vypočteny varianty pro 10 i 14 brýlí stejně jako v první variantě s VR Boxem.

Tabulka 5: Rozpočet inovace v případě pořízení pouze SW

Položka	Jednotková cena	Počet kusů	SUMA
Vývoj:			
- mzdový náklad			
- odvody SZP	122 000,- Kč	-	122 000,- Kč
- mobilita			
- marketing			
Service Fee	400,- Kč	12 měsíců * počet ks	48 000,- Kč / 67 200,- Kč
<b><u>SUMA CELKEM pro 10 kusů brýlí</u></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kumulativní náklady</li> <li>• zisková marže</li> <li>• DPH 21 %</li> </ul>			<b>216 000,- Kč</b>
<b><u>SUMA CELKEM pro 14 kusů brýlí</u></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kumulativní náklady</li> <li>• zisková marže</li> <li>• DPH 21 %</li> </ul>			<b>239 000,- Kč</b>

Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022), zpracováno autorem

Pro porovnání zavádění virtuální reality do vzdělávání ve školách s vybudováním fyzické laboratoře pro chemii nebo biologii byly vyhledány projekty na toto téma. Jedná se o renovace nebo vybudování laboratoří ve školách v ČR.

Dle dostupných projektů inovací rekonstrukce, modernizace nebo vybudování nových laboratoří v prostorách škol na různých místech v České Republice je možné v tabulce 6 pozorovat v nákladech na inovaci rozmezí mezi 2,5 – 7 mil. Kč. Tento údaj bude použit pro potřeby porovnání se zavedením inovace virtuální reality pro tuto diplomovou práci.

Tabulka 6: Ceny laboratoří do škol

Předmět	Místo	Náklady
Rekonstrukce odborných učeben a laboratoří biologie a chemie.	Gymnázium, Plzeň, Mikulášské nám. 23	5,89 mil. Kč
Vybudování nové moderní učebny fyziky a laboratoře chemie se skladem chemikálií.	ZŠ T.G.Masaryka Kutná Hora	3,066 mil. Kč
Rekonstrukce učebny fyziky, laboratoře chemie včetně skladu chemikálií	Gymnázium Týn nad Vltavou	7,130 mil. Kč
Interaktivní laboratoř chemie	Masarykova střední škola zemědělská a Vyšší odborná škola, Opava	2, 662 mil. Kč

Zdroj: mikulasske.cz (2022); zstgm.kutnahora.cz (2019); gtnv.cz (2017); database.opvk.cz (2022), zpracováno autorem

Jak je možné vidět z výše uvedené tabulky, v případě porovnání investice do VR oproti investici do vybudování fyzické laboratoře, jedná se o úspory v řádech milionů korun v počátku investice. Pro porovnání nákladů byla vytvořena tabulka 7.

Tabulka 7: Porovnání nákladů na pořízení inovace (vč. VR Boxu)

Vybudování / rekonstrukce / modernizace učebny v prostorách škol	Implementace virtuální reality do vzdělávání
2,5 – 7 mil. Kč	589 500,- Kč / 740 500,- Kč

Zdroj: zpracováno autorem (2022)

## 9.2 Rizika inovace

Inovace s sebou nese určitá rizika a zároveň velké množství přínosů. Pro potřeby této práce byla rizika rozdělena do dvou kategorií, a to sice na rizika spojená s inovací a rizika, která by mohla nastat při užívání virtuální reality při hodinách.

### 9.2.1 Rizika spojená s inovací

Bylo identifikováno 5 rizik, která by mohla ohrozit implementaci inovace do škol. Jedná se o rizika spojená s neochotou učitelů inovovat, učit se novým věcem nebo obavou z nových technologií. Dalším rizikem může být pořizovací cena hardwaru a softwaru. Identifikovaná rizika jsou zanesena v mapě rizik v tabulce 8 a jsou popsána níže.

R1: Obava z nových technologií

Dle tiskové zprávy Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2019) je možné pozorovat stále vyšší věk učitelů na českých školách.

*„Průměrný věk učitelů v regionálním školství odpovídá 47,2 roku (47,0 u žen a 48,0 u mužů). 72,4 % učitelů je starších 40 let (72,8 % žen a 70,3 % mužů). 56,9 % učitelů je starších 45 let (57,1 % žen a 56,3 % mužů). Pouze 8,5 % učitelů je mladších 30 let (8,9 % žen a 6,9 % mužů). Potvrzuje se tedy předpoklad, že ve vzdělávacím systému působí především starší učitelé.“ (Maršíková & Jelen, 2019)*

Do provozu škol přibývá čím dál více moderních technologií, se kterými musejí učitelé pracovat. Příchod virtuální reality by mohl pro velké množství učitelů znamenat první setkání s touto technologií a vyvolat tak v nich obavu z náročnosti a užitečnosti.

R2: Učení se novým věcem ze strany učitelů

Stejně jako u R1 může být věk učitelů překážkou ke kladnému vnímání zavádění VR do výuky. Důvodem může být zdánlivá složitost technologie a nutnost školení, které by museli podstoupit, aby byli schopni headsety a tablet obsluhovat.

R3: Strach z časové náročnosti inovace (spuštění, užívání, skladování)

Předposlední riziko se týká malého rozšíření povědomí o vlastnostech VR, které může zprvu vypadat složitě, dokud se s ním pedagogický sbor neztotožní. Mohlo by z počátku znamenat odpor k inovaci, protože se může ovládání zdát složitě. Dalším prvkem je nutnost mít pokaždé hardware nabitý a připojený, což může znamenat práci navíc.

#### R4: Náklady na inovaci

V případě inovace VR do vzdělávání se jedná o nákup hardwaru a softwaru, který je v mnoha případech placený paušálně, protože se stále aktualizuje a jsou do něj přidávány aktualizace. To může pro vedení školy vypadat jako velký finanční obnos, který bude nutné na inovaci vynaložit.

Tabulka 8: Mapa rizik spojených s inovací

Pravděpodobnost	Dopad na inovaci				
	Velmi nízký	Nízký	Střední	Vysoký	Velmi vysoký
Velmi vysoká					
Vysoká					
Střední		<b>R2</b>	<b>R3</b>		<b>R4</b>
Nízká			<b>R1</b>		
Velmi nízká					

Zdroj: zpracováno autorem (2022)

Riziko R1 a R2 bude ošetřeno přenesením rizika na firmu CIE. Jak již bylo zmíněno v kapitole 8.4, součástí balíků celé implementace je i kompletní zaškolení, předání důkladně zpracovaných a jednoduchých manuálů a technická podpora s odpovědí do 48 hodin. V nejzazších případech je možné školení opakovat.

Riziko R3 je nutné akceptovat a zároveň přenést. To by pro školy znamenalo, že podstoupí riziko. V případě inovace se jedná o možnost do školy pořídit 10 nebo 14 headsetů, které lze ovládat najednou. To pro učitele znamená, že by sám mohl riziko zmírnit za pomoci pracovních listů pro půlku třídy a druhá půlka využívá brýle. Tato taktika se osvědčila i v praxi a je při školeních školám předkládána jako příklad praktického využití virtuální reality co nejefektivnějším způsobem. Jedná se tedy pouze o riziko, které plyne z malé informovanosti, které bude ošetřeno přenesením na firmu CIE Group při školeních.

Další možností přenesení rizika týkajícího se nabíjení a úschovy je box, který je hlavní složkou inovace. Ten zaručuje pravidelné dobíjení a připojení hned jak se brýle vyndají z boxu, což učitelům opět šetří čas a práci při propojování.



Poslední riziko R4 je možné ošetřit přenosem rizika na město, kde školy mohou žádat o dotační programy na rozvoj ve vyučování a podporu technologického rozvoje škol.

### **9.2.2 Rizika spojená s používáním VR**

Virtuální realita sebou nese velké množství přínosů. V malém množství případů však mohou nastat situace, kdy neběží vše podle plánů a žákům se udělá například nevolno nebo se nebudou cítit dobře. Dlouhodobými pozorováními byly identifikovány 4 možné příznaky a 2 technické problémy, které se mohou při používání VR nastat. Níže je uveden seznam rizik a pod ním v tabulce 9 je mapa zmíněných rizik.

R1: Nevolnost

R2: Motání hlavy

R3: Bolest hlavy

R4: Rozostřené vidění

Rizika R1, R2, R3, a R4 jsou možné příznaky, které mohou v důsledku využívání nastat. Jedná se o příznaky, které se mohou projevovat v návaznosti na pohyb ve virtuální realitě, změně prostředí nebo divným pocitům z prvního užívání. Pro uživatele to však má většinou za důsledek na malou chvíli přestat VR používat. Problémy však nepřetrvávají dlouhou dobu.

R5: Těžké ovládání

Ovládání je překážkou, kterou si každý musí vyzkoušet sám. Není jednoduché vysvětlit, jak ovládání jako takové funguje. V aplikaci je možné vyvolat menu přidržetím ukazováčku a palce a vycentrovat si tak pohled. To však pro účely vyučování ve VR není nutné znát. Proto se jedná hlavně o uchopování předmětů a interakci s nimi.

R6: Technické problémy

Nová technologie může znamenat velké množství problémů, které mohou nastat při spuštění, běhu či ukončování aplikací. Problém může nastat s hardwarem, nabíjením nebo tabletem, kde jsou playlisty aplikací.

Tabulka 9: Mapa rizik virtuální reality

Pravděpodobnost	Dopad na užívání VR					
		Velmi nízký	Nízký	Střední	Vysoký	Velmi vysoký
Velmi vysoká						
Vysoká						
Střední			<b>R4</b>	<b>R5</b>		
Nízká						
Velmi nízká			<b>R2</b>	<b>R1, R3</b>		<b>R6</b>

Zdroj: zpracováno autorem (2022)

Rizika spojená s příznaky z užívání, tedy rizika R1, R2 a R3 se akceptují. Jedná se o možné problémy, které vznikají v mizivém procentu případů (udává se 1 ze 3000 uživatelů). Tato rizika se ošetřují vypnutím aplikace a sundání brýlí z hlavy se zavřenýma očima. Po sundání brýlí se oči pomalu otvírají, aby si mozek zvykl na prostředí. Bolest hlavy může být způsobena dlouhou dobou strávenou ve VR a unavením očí.

Riziko R4 je možné rozdělit na 2 varianty. První varianta rozostřeného vidění je při používání, což by znamenalo ošetření pomocí přenesení rizika. Riziko nastává, když si žák nebo učitel brýle dost pevně nenasadí na hlavu a nemá displeje v brýlích přímo před očima. Obraz má tak rozostřený a je nutné brýle upravit. V první fázi je riziko přenesené na školitele, který učitele školí a v druhé fázi, kdy se již VR využívá ve třídě na učitele, který děti instruuje o tom, jak správně headset používat. Druhá varianta je stejně jako u rizik R1, R2 a R3 ošetřena akceptací a sundáním brýlí se zavřenýma očima.

Riziko R5 je možné ošetřit metodou zmírnění rizika. Je nutné časté využívání headsetů ve třídách, aby se pro děti proces ovládnutí zautomatizoval a neměly s ovládnutím problém. Ve většině případů se žáci s virtuální realitou rychle zžijí a stačí jim několik opakování s instrukcemi od učitelů.

Poslední riziko R6 je ošetřené v momentě podpisu smlouvy, kdy škola dostává v ceně inovace technickou podporu, kterou může využít kdykoliv. Firma na základě závažnosti a povahy technického problému vše řeší buď vzdáleně, nebo osobně. Riziko, které je spojené s pravidelným nabíjením, je ošetřeno v případě varianty s boxem, protože box zaručuje pravidelné nabíjení brýlí při každém uschování do boxu.

### 9.3 Kvalitativní hodnocení

Pro kvantitativní hodnocení inovace ve škole na Gymnáziu Františka Křížíka v Plzni byl zvolen polostrukturovaný rozhovor s odpovědnou osobou, která se účastní inovace od počátku jejího vzniku na informativní schůzce. Touto osobou je Mgr. Daniel Nam, který na gymnáziu spravuje školní síť a je učitelem anglického jazyka.

Rozhovor probíhal na základě předem připravených otázek, které se týkaly celkového pohledu na zavádění virtuální reality do jejich školy. Přepis rozhovoru je v příloze A.

Dle Daniela Nama (osobní komunikace, 11.4.2022) s sebou inovace nese velké množství přínosů. Z pohledu žáků se jedná o velice zábavnou a novou zkušenost, která se vymyká všemu, co dosud mohli ve škole zkusit nebo zažít. Podporuje to jejich představivost a soustředění na daná témata. Díky atraktivně zpracovaným aplikacím žáci mají také kontakt s nejnovějšími technologiemi což vede i k rozvoji technických znalostí. Hlavní přínos však shledává v bezpečnosti a možnostech celého řešení, které jsou podle jeho názoru neomezené. Pro učitele to znamená změnu v celém procesu vyučování, což je nutí vystoupit z komfortní zóny a rutinních činností, a to kvituje a podporuje. Dle názorů jeho kolegů zmiňoval, že se žáci dobrovolně chtějí aktivně zapojovat do výuky a těší se. Velký přínos vidí v platformě (systému pro správu aplikací), kdy může sledovat, co žáci dělají a může je navádět, když neví, co mají dělat. Jako hlavní přínos celého řešení vidí pro školu zviditelnění se a vytvoření možnosti si VR vyzkoušet pro všechny žáky bez ohledu na jejich zázemí. Také se mu líbí směr inovací, který škola podporuje a označil přechod na částečnou výuku ve VR jako předběhnutí ostatních škol v modernizaci výuky.

Z rozhovoru také vyplývá, že školení a zkušenost s firmou samotnou je velice dobrá a díky zkušenostem a skvěle připraveným materiálům neměli jeho kolegové problém se s tabletem a headsety naučit. Dále poznamenal, že by moc rád v budoucnu viděl aplikace zaměřující se na výuku cizích jazyků a zvyšování množství obsahu v aplikacích. Za nedostatek označil prozatím malý obsah aplikací, který není možné opakovat pořád dokola, ale věří, že se bude rozrůstat a tento problém bude vyřešen.

Na závěr rozhovoru poznamenal, že v tomto řešení vidí obrovský potenciál a líbí se mu možnosti, které jsou ve virtuální realitě neomezené.

## Závěr

Cílem práce bylo popsat inovaci zavádění virtuální reality do vzdělávání na základních a středních školách a následné zhodnocení z ekonomického i uživatelského hlediska. K tomuto účelu byla vybrána firma CIE-Group, která se touto problematikou zabývá.

Pro dosažení cíle práce byla vypracována teoretická část práce, která se zaměřovala na představení inovací a konceptu Smart City. Dále byl představen Průmysl 4.0 a virtuální realita, které se týkala praktická část diplomové práce.

První část práce se skládá ze čtyř kapitol. V první byl čtenář seznámen s typy inovací dle různých autorů, etapami a riziky. Druhá kapitola se zabývá konceptem Smart City a všemi oblastmi, které do něj spadají. Nejdříve byly porovnány různé definice, které se Smart City pojí a poté popsáno hlavních šest oblastí s příklady inovací z České republiky nebo ze světa. V návaznosti na to byly v třetí kapitole představeny průmyslové revoluce a nástroje Průmyslu 4.0. Jedním z nich je virtuální realita. Jako teoretický základ byl ve čtvrté kapitole popsán hlavní rozdíl mezi rozšířenou a virtuální realitou a možnosti jejího využití.

Druhá část práce začíná představením firmy a skládá se z pěti kapitol. V páté kapitole byla představena CIE-Group a její dceřiné firmy, které se zabývají vývojem aplikací pro virtuální realitu a následným zaváděním do škol, zdravotnických zařízení a průmyslu. Šestá kapitola poukazuje na nynější stav ve školách a hlavní přínosy, které virtuální realita přináší. Byly popsány tři skupiny, kterých se vyučování ve virtuální realitě dotýká, a jaké hlavní přínosy jim inovace může nabídnout.

Následující sedmá kapitola popisovala celý průběh inovace začínající na informativní schůzce, která pokračuje vývojem aplikací a představením hardwaru a softwaru potřebným k vývoji a provozu aplikací. Poté byl popsán workshop, zavádění pilotní verze do škol a průběh implementace.

V předposlední osmé kapitole byl specifikován obsah popisované inovace. Zkonkretizovalo se jaké předměty jsou ve virtuální realitě již v užívání, co se připravuje a hardware, který je po zavedení inovace používán. Dále byl popsán průběh školení učitelů a podmínky správného zacházení s hardwarem.

Poslední kapitola byla zaměřena na finanční stránku inovace. Ve spolupráci s firmou CIE-Group byl vypracován rozpočet na 10 nebo 14 kusů brýlí ve 2 variantách, s využitím VR boxu či bez něj. Na rozpočet navazuje porovnání nákladů implementace virtuální reality s náklady na vybudování nebo rekonstrukci reálné laboratoře. Na základě tohoto porovnání dvou rozpočtů jasně vychází, že je virtuální realita výrazně levnější. Do hodnocení byla zpracována i rizika, a to dvěma způsoby: rizika pro inovaci a rizika pro žáky, kteří virtuální realitu budou používat. Posledním hodnocením byl rozhovor s učitelem, který se o virtuální realitu ve škole stará a žákům ji spouští. Z rozhovoru bylo patrné, že učitelé i žáci mají toto řešení v oblibě a mají o něj zájem i do budoucna. Hlavní přínosy shledávají v bezpečnosti, zábavnosti a znatelném zvýšení pozornosti žáků při učení se v dostupných aplikacích.

Na základě vlastních zkušeností s prací ve firmě hodnotím celou spolupráci na diplomové práci velice kladně. Firma byla velmi nápomocna při zpracovávání a předávání informací a podkladů k naplnění stanovených cílů práce. Ve využití virtuální reality ve školství shledávám velký potenciál a do budoucna se s ní budeme setkávat čím dál častěji.

## Seznam použitých zdrojů

- Beran, P. (12. Únor 2020). *Události*. Načteno z CZDefence: <https://www.czdefence.cz/clanek/ziska-armada-ceske-republiky-stejne-systemy-virtualni-reality-jako-pouziva-idf>
- Bessant, J. (2009). *Innovation*. New York: DK Publishing.
- Blumstein, G. (16. Říjen 2019). *Talent management*. Načteno z Harvard Business Review: <https://hbr.org/2019/10/research-how-virtual-reality-can-help-train-surgeons>
- 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](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html)
- CIE. (2022). *CIE GROUP*. Načteno z <https://cie-group.cz/>
- CZC. (2022). *CZC*. Načteno z [https://www.czc.cz/htc-vive-pro-full-kit-virtualni-bryle/255285/produkt?gclid=CjwKCAjwrqqSBhBbEiwAlQeqGuYgt\\_-JuaebQuOSqhqxUOKd6buLEWLpMmqAfIE7It2cODKnWJ7-HxoCldwQAvD\\_BwE](https://www.czc.cz/htc-vive-pro-full-kit-virtualni-bryle/255285/produkt?gclid=CjwKCAjwrqqSBhBbEiwAlQeqGuYgt_-JuaebQuOSqhqxUOKd6buLEWLpMmqAfIE7It2cODKnWJ7-HxoCldwQAvD_BwE)
- Černá, M. (10. Zář 2020). Načteno z Forbes: <https://forbes.cz/z-domova-duchodcu-v-mziku-na-africke-safari-cesti-seniori-cestuji-diky-virtualni-realite/>
- Český statistický úřad. (2018). *Metodika statistického šetření o inovačních aktivitách v podnicích*. Načteno z <https://www.czso.cz/>: [https://www.czso.cz/csu/czso/statistika\\_inovaci](https://www.czso.cz/csu/czso/statistika_inovaci)
- ČMKOS. (2017). *Člověk a stroj - metodická příručka*. Praha: sondy s.r.o.
- Desouttertools. (2022). *Desouter Industrial Tools*. Načteno z Průmysl 4.0: <https://www.desouttertools.cz/prumysl-4-0/novinky/563/prumyslova-revoluce-od-prumyslu-1-0-k-prumyslu-4-0>
- Doležal, J., & kol. (2016). *Projektový management podle IPMA*. Praha: Grada.
- Doležal, Z. (Březen 2020). *BIC Reference*. Načteno z BIC: <https://www.bic.cz/reference/cie/>
- Dvořák, J. (2006). *Management inovací*. Praha: Vysoká škola manažerské.

- East-Gate. (2020). *Průmysl 4.0*. Načteno z East-Gate: <https://www.east-gate.eu/cs/industry-4-0>
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the U, Millard, J., Thaarup, R., & Pederson, J. (Leden 2014). *Publications Office*. Načteno z Publications Office: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/3408>
- Evropský parlament. (26. Březen 2021). *Zpravodajství Evropský parlament*. Načteno z <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20200827STO85804/umela-intelligence-definice-a-vyuziti>
- Feryna, J. (12. Únor 2021). Načteno z Armádní noviny: <https://www.armadninoviny.cz/rozsirena-virtualni-realita-ve-vojenske-praxi.html>
- Forbes Technology Council. (31. Srpen 2018). Načteno z Forbes: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/08/31/10-ways-vr-will-change-life-in-the-near-future/?sh=58f415723d94>
- FutureLearn. (5. Listopad 2021). *General*. Načteno z Future Learn: <https://www.futurelearn.com/info/blog/general/introduction-robotics-future-robots>
- Hanani, F., Soulhi, A., & Saidi, R. (8. Duben 2019). *Researchgate*. Načteno z [https://www.researchgate.net/publication/333386726\\_Towards\\_a\\_framework\\_for\\_smart\\_city\\_wireless\\_communication\\_Conclusions\\_drawn\\_from\\_smart\\_transport\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/333386726_Towards_a_framework_for_smart_city_wireless_communication_Conclusions_drawn_from_smart_transport_case_study)
- Hayes, A. (29. Listopad 2021). *3D Printing*. Načteno z Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/1/3d-printing.asp>
- Hayes, A. (5. Březen 2022). *Blockchain Explained*. Načteno z Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- Heizenrader. (11. Září 2019). *The 3 Types of Virtual Reality*. Načteno z Heizenrader: <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/>
- Heyes, A. (2. Prosinec 2020). *Augmented Reality*. Načteno z Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp>

- IDC Corporate USA. (20. Prosince 2021). *Device market Trends*. Načteno z IDC: <https://www.idc.com/promo/arvr>
- Immerman, G. (24. Únor 2018). *Industry 4.0*. Načteno z Machine metrics: <https://www.machinemetrics.com/blog/industry-4-0-advantages-and-disadvantages>
- Immersion VR. (2022). *VR FOR EDUCATION*. Načteno z Imersion VR: <https://immersionvr.co.uk/about-360vr/vr-for-education/>
- Kim, W. (2018). *Strategie modrého oceánu*. Praha: Management Press.
- Kod'ousková, B. (17. Listopad 2021). Načteno z Rascasone: <https://www.rascasone.com/cs/blog/iot-internet-veci-definice-produkty-historie#co-je-internet-vec-iacute-iot>
- Lässig, R., Lorenz, M., Sissimatos, E., Wicker, I., & Buchner, T. (28. Červen 2021). *Publications*. Načteno z BCG: <https://www.bcg.com/publications/2021/how-intelligence-and-mobility-will-shape-the-future-of-the-robotics-industry>
- Likens, S. (12. Leden 2022). *The Essential Eight technologies*. Načteno z <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/essential-eight-technologies.html>
- Linowes, J. (2018). *Unity Virtual Reality Projects*. Birmingham: Packt Publishing.
- MALL.cz. (2022). *MALL.cz*. Načteno z <https://www.mall.cz/herni-prislusenstvi/oculus-quest-2-2021-256gb>
- Maršíková, M., & Jelen, V. (21. Květen 2019). *Tiskové zprávy*. Načteno z Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy: <https://www.msmt.cz/file/50371/>
- Mařík, V., & kol. (2016). *Průmysl 4.0 - Výzva pro českou republiku*. Praha: Management Press.
- Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. (2018). *Metodika Smart Cities*. Načteno z Ministerstvo pro místní rozvoj ČR: <https://mmr.cz/cs/microsites/sc/metodiky/metodika-smart-cities>
- Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. (2018). *Příklady dobré praxe*. Načteno z Ministerstvo pro místní rozvoj ČR: <https://mmr.cz/cs/microsites/sc/dobra-praxe>



- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (21. Květen 2019). *Tiskové zprávy*. Načteno z Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy: <https://www.msmt.cz/ministerstvo/novinar/ministerstvo-zjistovalo-stav-ucitelu-v-regionalnim-skolstvi>
- Mohammed, A. G., & Osman, S. E. (Květen 2017). *Academia.edu*. Načteno z [https://www.academia.edu/33171209/Smart\\_City\\_and\\_Internet\\_of\\_Things](https://www.academia.edu/33171209/Smart_City_and_Internet_of_Things)
- Moran, K. (2022). *Benefits of Industry 4.0*. Načteno z SLControls: <https://slcontrols.com/benefits-of-industry-4-0/>
- Müller, K. (2017). *Inovace – vědění – instituce: k výzvám současné doby*. . Praha: Karolinum.
- Musa, S. (červen 2016). *Academia.edu*. Načteno z [https://www.academia.edu/21181336/Smart\\_City\\_Roadmap?pop\\_sutd=false](https://www.academia.edu/21181336/Smart_City_Roadmap?pop_sutd=false)
- OECD/Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Luxembourg: OECD Publishing, Paris/Eurostat.
- Okano, M. T. (26.-26. Zář 2017). Načteno z Researchgate: [https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Okano-2/publication/319881057\\_IOT\\_and\\_Industry\\_40\\_The\\_Industrial\\_New\\_Revolution/links/59c018a5aca272aff2e20639/IOT-and-Industry-40-The-Industrial-New-Revolution.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Okano-2/publication/319881057_IOT_and_Industry_40_The_Industrial_New_Revolution/links/59c018a5aca272aff2e20639/IOT-and-Industry-40-The-Industrial-New-Revolution.pdf)
- Rodeck, D. (10. Únor 2022). *What is Blockchain?* Načteno z Forbes Advisor: <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-blockchain/>
- Řídím Říčany*. (2022). Načteno z <https://ridimricany.cz/ridim-ricany>
- Sadiku, M. N., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. M. (Říjen 2021). *Smart Cities*. Prairie View, Texas, USA. Načteno z [https://www.researchgate.net/publication/354980992\\_Smart\\_Cities](https://www.researchgate.net/publication/354980992_Smart_Cities)
- Sadiku, M. N., Shadare, A. E., Dada, E., & Musa, S. M. (Říjen 2016). *Smart Cities*. Prairie View, Texas, USA. Načteno z [https://www.researchgate.net/publication/309204708\\_Smart\\_Cities](https://www.researchgate.net/publication/309204708_Smart_Cities)

- SAP. (2022). *SAP Insights*. Načteno z SAP: <https://www.sap.com/cz/insights/what-is-industry-4-0.html>
- Simpson, J. (2019). future tech. *Light & Sound International*, 44.
- Simul8 Corporation. (2022). *SIMUL8*. Načteno z <https://www.simul8.com/applications/manufacturing/implementing-industry-4-0-with-simulation>
- Slavík, J. (2017). *Smart city v praxi*. Praha: Profí Press s.r.o.
- Smart City Plzeň. (2020). *Chytré parkování*. Načteno z Smart City Plzeň: <https://smarcity.plzen.eu/projekty-mobilita/chytre-parkovani/>
- Smart City Plzeň. (2020). *Projekty mobilita*. Načteno z Karkulka PMDP: <https://smarcity.plzen.eu/projekty-mobilita/karkulka-pmdp/>
- Smart City Plzeň. (2021). *VR ve výuce na plzeňských školách*. Načteno z Smart City Plzeň: <https://smarcity.plzen.eu/projekty-lide/vr-ve-vyuce-na-plzenskych-skolach/>
- Sniderman, B., Mahto, M., & Cotteleer, M. (23. Únor 2016). Načteno z Deloitte.: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/manufacturing-ecosystems-exploring-world-connected-enterprises.html>
- Společnost pro projektové řízení o.s. (Duben 2013). Načteno z IPMA Czech Republic: [https://www.ipma.cz/media/1283/dobra\\_praxe\\_rizeni\\_rizik.pdf](https://www.ipma.cz/media/1283/dobra_praxe_rizeni_rizik.pdf)
- Švejda, P. (2007). *Inovační podnikání*. Praha: Asociace inovačního podnikání.
- Technologická agentura České republiky (TA ČR). (28. Červenec 2021). Načteno z Business Info: <https://www.businessinfo.cz/clanky/nakupovani-budoucnosti-se-inspiruje-u-prumyslu-4-0/>
- Tidd, B. P. (2007). *Řízení inovací: zavádění*. Brno: Computer Press.
- Unity. (2022). *Unity*. Načteno z <https://unity.com/>
- Vacek, J. (2008). *Strukturování a hodnocení inovačních procesů. (Habilitační práce)*. Plzeň, Fakulta Strojní: Západočeská univerzita v Plzni.
- Vacek, J. (14. 3 2020). *Inovace. Typy inovací. Metriky inovací*. Načteno z [http://home.zcu.cz/~vacekj/SyKaPo/1\\_Zaklady\\_inovaci.doc](http://home.zcu.cz/~vacekj/SyKaPo/1_Zaklady_inovaci.doc)

- Vacek, J., Dvořáková, L., Černá, M., Horák, J., Ceha, Z., & Machová, V. (2019). Identifikace, analýza a hodnocení principů, postupů, metod a nástrojů pro adaptaci sektoru služeb na technické, ekonomické, sociální a environmentální podmínky Společnosti 4.0. Plzeň: Nava.
- Veber, J. (2016). *Management inovací*. Praha: Management Press.
- Virtuální třída. (15. Květen 2019). Načteno z Virtuální třída: <https://www.virtualnitrida.cz/>
- VISUALISE. (2022). *VR*. Načteno z VISUALISE: <https://visualise.com/virtual-reality/virtual-reality-healthcare>
- Vlček, R. (2010). *Inovace v hospodářské praxi*. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc.
- Vlček, R. (2011). *Strategie hodnotových inovací*. Praha: PROFESSIONAL PUBLISHING.
- VRMedical. (2022). *VR Medical*. Načteno z <https://www.vrmedical.cz/>
- VRSchool. (2022). *VRSchool*. Načteno z <https://www.vrtraining.services/cs/vr-school>
- VRTraining. (2022). *VR Training*. Načteno z <https://www.vrtraining.services/cs>
- Zavoral, P. (26. Červenec 2018). *ICT revue*. Načteno z Hospodářské noviny: [https://ictrevue.hn.cz/c3-66203090-0ICT00\\_d-66203090-prinosy-technologiei-prumyslu-4-0-ocima-expertu](https://ictrevue.hn.cz/c3-66203090-0ICT00_d-66203090-prinosy-technologiei-prumyslu-4-0-ocima-expertu)
- Zelený, M. (25. Leden 2016). *Aktuálně.cz*. Načteno z Názory - Blogy: <https://blog.aktualne.cz/blogy/milan-zeleny.php?itemid=26744>

## **Seznam zkratek**

ICT – informační a komunikační technologie

IoT – Internet of things

AR – augmented reality, rozšířená realita

VR – virtual reality, virtuální realita

SW – software

HW – hardware

GI – globální osvětlení

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Mapa rizik.....	16
Tabulka 2: Shrnutí hlavních rozdílů variant implementace VR .....	58
Tabulka 3: Hardware do školy.....	64
Tabulka 4: Rozpočet inovace pro 10ks a 14ks brýlí.....	68
Tabulka 5: Rozpočet inovace v případě pořízení pouze SW .....	69
Tabulka 6: Ceny laboratoří do škol.....	70
Tabulka 7: Porovnání nákladů na pořízení inovace (vč. VR Boxu).....	70
Tabulka 8: Mapa rizik spojených s inovací .....	72
Tabulka 9: Mapa rizik virtuální reality .....	74

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Dělení inovací podle 4P .....	11
Obrázek 2: Klasifikace inovací dle Oslo manuálu (2018) .....	12
Obrázek 3: Smart City .....	18
Obrázek 4: Šest oblastí Smart City .....	20
Obrázek 5: Vývoj průmyslu v čase .....	24
Obrázek 6: Globální trh s robotikou .....	29
Obrázek 7: Předpověď dodávek AR/VR .....	33
Obrázek 8: Příklad využití VR ve zdravotnictví .....	36
Obrázek 9: Logo CIE Group .....	38
Obrázek 10: Logo VR Training .....	40
Obrázek 11: Logo VR Medical .....	41
Obrázek 12: Logo VR School .....	42
Obrázek 13: Příklad VR School (chemie) .....	42
Obrázek 14: Příklad VR School (vesmír) .....	42
Obrázek 15: Průběh inovace .....	46
Obrázek 16: Fáze tvorby aplikací do VR .....	47
Obrázek 17: 3 typy osvětlení objektů pro stejnou scénu .....	52
Obrázek 18: HTC Vive .....	53
Obrázek 19: Oculus Quest 2 .....	54
Obrázek 20: Obsah aplikací .....	60

## Seznam příloh

Příloha A: Rozhovor s Mgr. Danielem Namem .....	88
Příloha B: Vývojové prostředí Unity 3D .....	91
Příloha C: VR Box .....	91
Příloha D: Příklad VRSchool – Astronomie (Země) .....	92
Příloha E: Příklad VRSchool – Astronomie (Hmotnost planet) .....	92
Příloha F: Příklad VRSchool – Chemie (Laboratoř) .....	93
Příloha G: Příklad VRSchool – Chemie (Spalování ocelové vlny) .....	93

# Přílohy

## Příloha A: Rozhovor s Mgr. Danielem Namem

### Kladené otázky:

1. Měl/a jste zkušenost s VR před implementací do školy?
  - a. Ano – Jaké?
  - b. Ne – Jak složité to pro vás bylo?
2. Měli vaši kolegové, kteří je používají, zkušenost s VR před implementací do školy?
  - a. Ano – jaké?
  - b. Ne – Jak složité to pro ně bylo?
  - c. Co si nejvíce pochvalují?
3. Jak se k inovaci staví rodiče žáků?
4. Jak se k inovaci staví žáci?
5. Jaké vidíte hlavní benefity VR oproti klasickému vyučování chemie/biologie/astronomie?
6. Jaké nedostatky nynější aplikace mají?
7. Jaké nedostatky má samotná virtuální realita?
8. Jaké předměty byste rád viděl/a v budoucnu?
9. Jaké jsou vaše zkušenosti (školy) s firmou CIE Group a jejími pracovníky?
10. Co inovace škole přinesla?
11. Co inovace škole může přinést do budoucna?

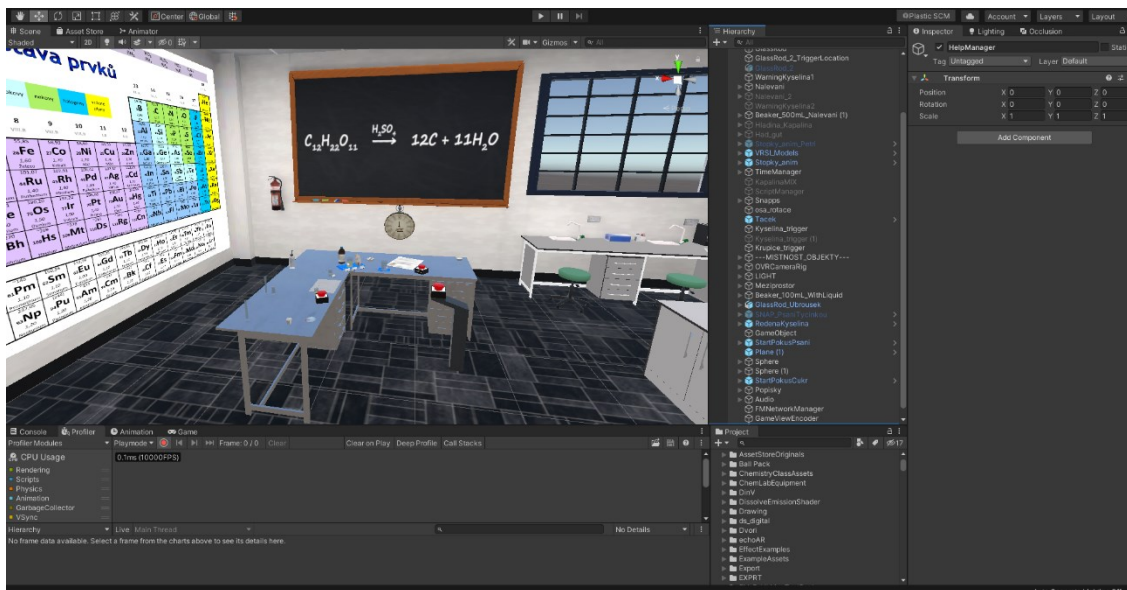


## **Odpovědi na otázky:**

1. „*Ano, měl.*“
  - a. „*Zkušenost s virtuální realitou jsem již měl. Hrál jsem na ní hry jako Beatsaber a podobné. Ve školním prostředí jsem se s ní zatím nesetkal.*“
  - b. „*Ve školním prostředí jsem se s ní nesetkal, ale ovládání a další fungování s headsetem nebo ovladačem pro mě bylo jednoduché a naučil jsem se to hned.*“
2. „*Většina z nich se s virtuální realitou setkala poprvé a byl jsem překvapený, jak moc je nadchla.*“
  - a. „*Jak jsem říkal, většina to viděla poprvé a ti kteří se s virtuální realitou již setkali to měli stejně jako já, hráli hry.*“
  - b. „*Nebylo to pro ně nic složitého. Sedli jsme si k tomu ve větší skupině a všem jsem jim to pomalu vysvětloval a názorně ukazoval. Probíhalo to podobně jako školení od kluků z CIE.*“
  - c. „*Jednoznačně se jim nejvíce líbilo, jak se do toho všichni žáci zapojují a je to pro ně něco nového, mnohem zajímavějšího. Berou to jako hraní her. Hlavně se do toho chtějí zapojovat dobrovolně i když jde o třeba o předměty, které je tolik nebaví.*“
3. „*Přímo od rodičů zpětnou vazbu ještě nemáme, ale děti si to pochvalují, tak předpokládám, že o tom mluví i s rodiči. Uvidíme, co se od rodičů dozvíme třeba na třídních schůzkách.*“
4. „*Děti to baví hodně. Nejvíce je baví asi astronomie, protože se celá odehrává ve vesmíru na palubě vesmírné lodi, což pro ně je úplně jiný svět.*“
5. „*Určitě je super to prostředí, protože to má neomezené možnosti. Do budoucna je můžete poslat třeba na jiný kontinent nebo do laboratoře do CERNu, když na to přijde. Další přínos je určitě v tom, že se učí a vlastně o tom ani neví, protože si věci zkoušejí rovnou a tím se naučí nejvíc.*“
6. „*Za mě určitě obsah, ale to se dá pochopit. Jde o prvotní zavádění a aplikace budou přibývat. Řekl bych, že se taky aplikace nedají používat pořád dokola, protože by je to mohlo přestat bavit, ale to se vrátíme k obsahu, který se bude rozšiřovat, a to by tento problém vyřeší.*“

7. *„Je to pro všechny nové, takže se s tím každý snaží sžít, jak jen umí. Pro učitele to je určité pochopení technologie a uvěřit tomu a pro žáky se s tím naučit. Děti jsou ale v tomhle věku hodně učenlivé a s technologiemi jsou v kontaktu denně, takže to nebude žádný problém. Většina z nich virtuální realitu už zkoušela.“*
8. *„Za mě určité výuka jazyků. Mít možnost, aby brýle na základě toho, co žák řekne reagovaly a když udělá chybu stejným způsobem odpovídaly, aby si to žák uvědomil by bylo revoluční. Víím, že jsme od toho ještě hodně daleko, ale myslím si, že do pár let někdo něco takového vymyslí a pak to bude pro ty děti mít neskutečný přínos v rozvoji jazyků. Další věc je určité doplnění stávajících aplikací, aby si toho mohly vyzkoušet víc a jsem hodně zvědaví, jak bude vypadat biologie co kluci vyvíjí.“*
9. *„Nemůžu říct nic jiného než výborné! Kdykoliv mám s čímkoliv probléím, tak klukům zavolám a hned mi poradí tak, abych to pochopil. Nemůžu si na nic stěžovat.“*
10. *„Něco nového, protože v dnešní době moc novinek není, co by se dalo použít a změnit trošku výuku, aby to nebyla jen rutina prospěje nejen žákům, ale i učitelům. Pro nás učitele to znamená držet krok s dobou a učit se novým věcem. To samé to znamená pro vedení školy, je to dobrý impuls, abychom nebyli za pár let o krok pozadu před jinými školami.“*
11. *„Reklamu a určitou prestiž, když takových škol moc nebude. V určitém ohledu to i zlehčí trošku práci učitelům, protože teď toho je na ně hrozně moc. Pro žáky to může být i docela dobrý podnět pro zvolení budoucího povolání. Když se jim to VRko bude líbit, tak to třeba v budoucnu budou chtít dělat a půjdou dál na technické školy.“ (D. Nam, osobní komunikace, 11.4.2022)*

## Příloha B: Vývojové prostředí Unity 3D



Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)

## Příloha C: VR Box



Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)





## Příloha F: Příklad VRSchool – Chemie (Laboratoř)



Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)

## Příloha G: Příklad VRSchool – Chemie (Spalování ocelové vlny)



Zdroj: Interní dokumenty firmy (2022)

# Abstrakt

Strnad, P. (2022). *Inovace v kontextu Smart City* (Diplomová práce), Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická, Česko.

**Klíčová slova:** Smart city, Průmysl 4.0, virtuální realita, inovace

Tato diplomová práce je zaměřena na zpracování inovace v kontextu Smart City. Práce je rozdělena do devíti kapitol. V první polovině budou nejdříve popsány inovace a následně koncept a hlavní oblasti Smart City. Dále bude představen Průmysl 4.0 a virtuální realita, která je hlavní složkou celé popisované inovace. Druhá polovina bude věnována inovaci pomocí virtuální reality. Bude popsán hardware, software, průběh inovace a co implementace samotná obsahuje. Na konci práce bude vytvořen rozpočet, zmapování rizik včetně jejich ošetření a kvalitativní hodnocení uživatele, který ve škole virtuální realitu obsluhuje.

# Abstract

Strnad, P. (2022). *Innovation in context of Smart City* (Master's Thesis). University of West Bohemia, Faculty of Economics, Czech Republic.

**Key words:** Smart City, Industry 4.0, virtual reality, innovation

This diploma thesis is focused on processing innovation in the context of Smart City. The thesis is divided into nine chapters. In the first half, innovations will be described first, followed by the concept and main areas of Smart City. Furthermore, Industry 4.0 and virtual reality will be introduced, which is the main component of the whole described innovation. The second half will be devoted to innovation using virtual reality. The hardware, software, the course of the upgrade and what the implementation itself contains will be described. At the end of the work, a budget will be created, a mapping of risks, including their treatment, and a qualitative evaluation of the user who operates virtual reality at the school.