

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Využití moderní výukové techniky v odborných předmětech

Using modern teaching techniques in vocational subject

STUDIJNÍ PROGRAM

Specializace v pedagogice

STUDIJNÍ OBOR

Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku

VEDOUCÍ PRÁCE

Doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.

ŠÁFR

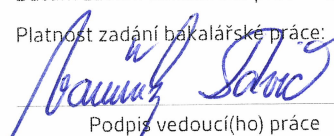
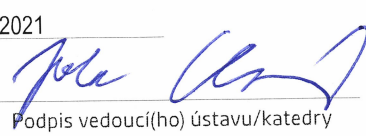

VÁCLAV

2020

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Šáfr	Jméno:	Václav	Osobní číslo:	475161
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)				
Zadávající katedra/ústav:	Oddělení pedagogických a psychologických disciplín				
Studijní program:	Specializace v pedagogice (B7507)				
Studijní obor:	Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku (7507R056)				

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:	Využití moderní výukové techniky v odborných předmětech		
Název bakalářské práce anglicky:	Using modern teaching techniques in vocational subjects		
Pokyny pro vypracování:	<p>Prověřit a navrhnout využití rozšířené reality, jako nového a moderního prostředku vzdělávání, který vede k větší názornosti praktického vyučování. Například tam, kde nelze opětovně používat reálné pracovní pomůcky. V teoretické části budou objasněny základní pojmy a funkce rozšířené reality a její využití v technické a školní praxi. V praktické části budou navrženy konkrétní vzdělávací moduly pro dané technické obory. Nasazení rozšířené reality do školních prostor bude reflektovat v souladu s požadavky a výzvou nového paradigmatu Průmyslu 4.0. Půjde o téma, které není dosud na středních školách realizováno.</p>		
Seznam doporučené literatury:	<p>VANĚČEK, David a kol. Didaktika odborných předmětů. Praha: ČVUT, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3. ČERNÝ, Michal. 12 trendů v české softwarové ekonomice, Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-21-07551-1. ROSMAN, Pavel. Alternativní metody výuky, 1. vydání. Hradec Králové : Gaudeamus, 2007. ISBN 978-80-7041-129-2. Kipper, Greg, and Joseph Rampolla. Augmented Reality, Elsevier Science & Technology Books, 2012. ISBN 9781597497343</p>		
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:	doc. Ing. David Vaněček, Ph.D., oddělení pedagogických a psychologických disciplín, MÚVS ČVUT Praha		
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:			
Datum zadání bakalářské práce:	12.12.2019	Termín odevzdání bakalářské práce:	30.4.2020
Platnost zadání bakalářské práce:	23.9.2021		
			
Podpis vedoucí(ho) práce	Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	Podpis děkana(ky)	

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<u>25.3.2020</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Šáfr, Václav. Využití moderní výukové techniky v odborných předmětech. Praha: ČVUT 2019. Bachelářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 15. 07. 2020

Podpis:

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Doc. Ing. Davidu Vaněčkovi, Ph.D. za odborné vedení a poskytnutí nezbytných informací, které mi pomohly při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Lukáši Kousalovi Ph. D. specialistovy datových analýz ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. za poskytnutí důležitých podkladů pro zpracování bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá tématem moderní doby, ke kterým rozšířená reality bez pochyby patří. Podrobně je zde popsána implementace moderních technologií do výukových modelů odborných předmětů a praktické výuky pro střední školy.

V teoretické části práce jsou blíže popsány základní pedagogické pojmy úzce související s tématem. Mezi tyto pojmy jsem zahrnul učivo, didaktické zásady a samozřejmě pojmy virtuální a rozšířené reality jejich vývoj, historie a současné použití.

Praktická část práce se už zaměřuje na samotnou implementaci nových technologií rozšířené reality, výběr vhodného hardwaru dle požadavků výuky. Dále je zde detailně popsáno tematické rozložení hodin, navržen výukový program, který by po implementaci do vybraného předmětu nastal.

Klíčová slova

Virtuální realita, rozšířená realita, učivo, didaktické zásady, moderní technologie, struktura výuky

Abstract

This bachelor's work deals with the topic of modern times that is augmented reality. In this work is described in detail the implementation of modern technologies into teaching models of vocational subjects and practical training for secondary schools.

The theoretical part of the thesis is described in more detail the basic pedagogical concepts which closely related to the topic. I included these concept, the curriculum, didactic principles and the concepts of virtual and augmented reality their progression, history and current use.

The practical part of the work focuses on the implementation of new the augmented reality technologies, the selection of suitable hardware according to the requirements of teaching. Furthermore, the thematic distribution of lessons is described in detail, a teaching program is proposed, which would occur after implementation into the selected subject.

Key words

Virtual reality, augmented reality, curriculum, principles of didactics, modern technology, teaching structure

Obsah

Úvod	5
1 Učivo a cíle výuky	7
1.1 Učivo	7
1.1.1 Taxonomie cílů	8
1.2 Didaktické zásady.....	9
1.2.1 Zásada spojení teorie s praxí	9
1.2.2 Zásada názornosti.....	10
1.2.3 Zásady aktivity a žákovy uvědomělé práce	10
1.2.4 Zásada přiměřenosti a individuálního přístupu.....	11
1.2.5 Zásada vědeckosti	11
1.3 Využití moderních technologií ve výuce	11
2 Skutečná, virtuální a rozšířená realita	12
2.1 Historie a vývoj rozšířené reality	13
2.2 Současnost rozšířené reality.....	15
2.2.1 Lékařství	15
2.2.2 Navigace	15
2.2.3 Průmyslové využití.....	16
2.3 Budoucnost rozšířené reality	17
3 Využití rozšířené reality ve vzdělávání	20
3.1 Pravidla pro použití virtuální a rozšířené reality v ŠA	20
3.1.1 Využití virtuální reality v ŠA.....	21
3.1.2 Využití rozšířené reality v ŠA	22
4 Implementace brýlí pro rozšířenou realitu do současné výuky.....	23
4.1 Výběr hardwaru	24
4.1.1 Microsoft HoloLens 1	24
4.1.2 Meta 2	26
4.1.3 Magic Leap One	27
4.2 Výsledky porovnání.....	28
4.3 Návrh struktury výuky	29
4.3.1 Rozdělení hodin.....	30

Závěr	34
Seznam použité literatury	35
Seznam obrázků.....	36
Seznam tabulek	37

Úvod

Rozšířená realita je dynamicky se vyvíjející odvětví vizualizace, kterou v současné době začíná využívat čím dál více komerčních i nekomerčních subjektů. Rozšířenou realitu jako téma bakalářské práce, jsem si vybral na základě svých zkušeností se zaváděním různých druhů vizualizační techniky, jak pro rozšířenou realitu do tréninkových modulů určených stávajícím zaměstnancům ŠKODA AUTO a.s. (dále jen ŠKODA AUTO), tak do výrobních provozů, jako ukazatele návodek a postupů daných operací, ale také jako pomoc pro méně zkušené zaměstnance. Podobně jako jiné firmy se i ve ŠKODA AUTO zabýváme digitalizací a přizpůsobením se novým trendům chápání a vzdělávání zaměstnanců. V rámci digitalizace už management firmy nechce investovat čas do čtení návodek a postupů. Je také nutné optimalizovat čas věnovaný zaučováním a školením na specifické profese. Promítnout pracovní postup do reálných podmínek pracoviště pomocí obrázků a krátkých textů je rychlejší a pohodlnější.

V teoretické části bakalářské práce, jsou objasněny definice několika základních pedagogických pojmů, jako je učivo a jeho složky, cíle výuky a jejich taxonomie. Dále pak výčet didaktických zásad při spojování teorie s praxí a využití moderních technologií pro větší názornost, přiměřenost a možnost individuálního přístupu. Pro možnost využití nejmodernějších technologií při výuce je také nutné definovat a porovnat pojmy skutečná realita, virtuální realita a rozšířená realita. Objasnit její historii a současné použití.

Praktická část bakalářské práce se věnuje využití virtuální a rozšířené reality při školeních zaměstnanců ŠKODA AUTO a ve výrobních provozech. Následné využití poznatků z výroby a ze školení při návrhu způsobu využití rozšířené reality v podmínkách školy. Nasazení rozšířené reality je reflektováno v souladu s požadavky a výzvou paradigmatu Průmyslu 4.0. Jde o téma, které není dosud na středních školách realizováno.

Cílem bakalářské práce je implementace brýlí s rozšířenou realitou do výuky odborných předmětů. Pro tuto implementaci je nutné vybrat odpovídající hardware a navrhnout konkrétní modul pro teoretickou a praktickou výuku odborných předmětů. Vytvořením časového rozvrhu navrhnout určitý standard, který by mohl sloužit pro tvorbu dalších vyučovacích bloků. Vše je tvořeno s důrazem na spojení teorie 3D výuky s praxí při využití moderních technologií.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Učivo a cíle výuky

Jedním ze stěžejních didaktických problémů na úrovni výuky odborných předmětů, jehož řešení je stále ve středu pozornosti, je otázka obsahu výuky těchto předmětů a tvorba jejich struktury. Obsah výuky je předmětem vyučovací činnosti učitele a učební činnosti žáků a podstatným způsobem ovlivňuje naplňování výukových cílů.

Obsah výuky (učivo) je věcné povahy jako soustava poznatků a činností, kterou vytváříme v souladu s výchovnými a vzdělávacími cíli. V jednotlivých učebních předmětech pak tvoří didaktický systém cílově zaměřený.¹

1.1 Učivo

Učivo, je základním pojmem pedagogiky. Pojmem učivo je označováno vše, co vede k aktuálnímu osvojování. Každé učivo by mělo obsahovat čtyři vzájemně spojené složky.

„Vědomosti (znalosti) – jako osvojované poznatky z oblasti společenských, přírodních, technických, ekonomických, lékařských a dalších oborů. Mezi tyto poznatky patří především vzájemně související fakta, soustavy pojmů (např. fyzikálních, technických, ekonomických), definic, zákonů, principů, teorií a různých pravidel. Základem vědomostí jsou procesy vnímání, paměti a myšlení. Proto vědomosti členíme na představy, fakta, pojmy, vztahy a složité vědomostní struktury (např. zákony, principy a teorie). Tvoří ve většině vyučovacích předmětů podstatnou část učiva.

Dovednosti – jako osvojené činnosti nebo jejich prvky, osvojené praktické úlohy, které žák může řešit na základě získaných vědomostí. Jsou to učením získané dispozice ke správnému, přesnému, rychlému a úspornému vykonávání určitých činností vhodnou metodou, vhodnou strategií. Vznikají-li v oblasti smyslové a pohybové činnosti, hovoříme o motorických, popř. senzomotorických dovednostech. Pokud dovednosti mají povahu vnitřních myšlenkových operací, jsou to intelektové dovednosti. Velmi důležité jsou dovednosti na úrovni sociální komunikace a jednání (např. dovednost jednat s lidmi, organizovat práci, demokraticky diskutovat). Automatizované dovednosti se označují jako návyky. Návyk (pracovní, myšlenkový, hygienický) můžeme chápat jako ustálený systém, vzorec chování a jednání, jímž se řídíme pouze a jenom proto, neboť to děláme pokaždé.

Vlastnosti člověka – jako např. rozsah paměti, úroveň jeho myšlení, vůle, píle, emoce, zkušenost z tvořivé činnosti, tělesné síly, obratnosti a vytrvalosti.

Hodnotové orientace – žáka, jeho zájmy, přesvědčení, postoje (vztah k sobě, společnosti a k přírodě, názor na svět kolem nás). „²

¹ VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

² VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

Kromě důležitosti těchto čtyř navzájem provázených složek učení je také důležitý vzdělávací obsah učiva. Při vzdělávání je třeba, aby všechny poznatky a zkušenosti z různých oblastí byly podány srozumitelným a přiměřeným způsobem. Proto se při jednotlivých stupních a úrovních vzdělání uplatňuje několik pravidel pro jejich tvorbu. Je to například hledisko sdílitelnosti, také třídění a zpracování informací všemi jednotlivci ve vzdělávacím procesu. V pedagogické literatuře bývá obsah vyučování nazýván jako souhrn dovedností, schopností, vědomostí, postojů a zájmů, které si žák osvojí v průběhu vyučování, ale i mimo něj.

„Mezi jednotlivými prvky učiva je také třeba určit vztahy, které je uspořádávají do určité množiny. Uvedené vztahy určují jejich nadřazenost a podřazenost, jejich větší či menší dominantnost. Právě tyto vztahy (být součástí něčeho, být typem něčeho, vést k něčemu apod.) spojují jednotlivé prvky učiva v celek s pevnou strukturou. Obecně mluvíme o struktuře učiva a děj s ním spojený se označuje jako strukturace učiva.“³

Cíle výuky odborných předmětů

Stanovení výsledků a cílů vzdělání v odborných předmětech je zásadním prvkem pro správné směřování výchovného a vzdělávacího procesu. Jednotlivé cíle výuky jsou tříděny podle různých kritérií. Struktura výukových cílů je uspořádána do podoby pyramidy, na jejímž vrcholu jsou cíle obecné.

„Střední odborné vzdělávání si stanovuje jako obecný cíl připravit žáka na úspěšný, smysluplný a odpovědný osobní, občanský i profesní život v podmínkách měnícího se světa. To znamená učit se poznávat, učit se pracovat a jednat, učit se být, učit se žít společně, učit se žít s ostatními.

Z obecných cílů jsou vyvozovány cíle vyučovacích předmětů nebo vzdělávacích oblastí, z nichž je sestaven učební plán příslušného typu škol, např. cíl výuky danému odbornému předmětu.

Cílem výuky odborných předmětů jsou výsledné, relativně stálé změny v osobnosti žáka, ke kterým má výuka těchto předmětů v daném typu škol směřovat. Jde o změny ve vědomí, chování a postojích žáka, projevující se osvojení nových poznatků, dovedností a návyků i rozvojem žádoucích rysů osobnosti žáka.“⁴

1.1.1 Taxonomie cílů

Taxonomie začíná úrovněmi (hladinami, třídami) nejméně náročnými na myšlení (resp. fyzickou a psychomotorickou činnost či jednání) a končí nejnáročnějšími úrovněmi. Učiteli slouží taxonomie jako pomůcka pro volbu a plánování specifických cílů při respektování stupňujících se náročností úkolů.

³ VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

⁴ SVOBODA, Emanuel, BEČKOVÁ, Věra, ŠVERCL, Josef. *Kapitoly z didaktiky odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2004. ISBN 80-01-02928-X.

Taxonomie cílů podle R. H. Davyho z roku 1968:

1. NÁPODOBA (Imitace); pozorování činnosti učitele a následný výkon žáka, tj. vědomé opakování, napodobování.
2. PRAKTICKÁ CVIČENÍ (Manipulace); akce na základě instrukcí, návodu, zpevnování dovedností.
3. PŘESNOST (Zpřesňování); vyvarování se chyb při práci, přesnější měření, zrychlení činnosti, správné rozpoznání příčin poruchy a její odstranění
4. ZPŮSOB OBSLUHY (Členění obsluhy); koordinace více činností, jejich plynulý soulad – např. řízení vozidla; odečítání více údajů; postup při sestavování či opravě aparatury apod.
5. AUTOMATIZACE prováděné činnosti, získání návyku; malé úsilí vede k max. výkonu při minimální energii; žák nepřemýšlí nad některými kroky; nutná je ale sebekontrola.

Při osvojování psychomotorických dovedností nejde jen o mechanický nácvik, prosté napodobování a stálé opakování, ale také o proces spojený s motivací, intelektem a osobností žáka. Chceme, aby žáci při tomto osvojování také přemýšleli, využívali vlastní zkušenosti, rozeznávali vlastní chyby a projevovali ochotu je odstraňovat. Praktické vyučování a odborný výcvik má právě prvotní úkol – učení se psychomotorickým dovednostem.

1.2 Didaktické zásady

Didaktické zásady jsou pro učitele určitým doporučením pro vyučování. Jsou dány pro lepší efektivitu a účinnosti při vzdělávání. Jedná se především o organizaci procesu výuky a jejím průběhu. Didaktické zásady se samozřejmě v průběhu doby mění. Tak jak J. A. Komenský kladl důraz především na přírodu, je dnes důraz kladem na komunikační technologie a vyučování s použitím moderních technologií.

1.2.1 Zásada spojení teorie s praxí

„Zásada spojení teorie s praxí je požadavkem, aby osvojování základů věd nebylo samoučelné a osvojování praktických úkolů mechanické, nýbrž aby vědomosti, dovednosti a návyky žáků byly spjaty s potřebami současného a budoucího světa.“⁵

U technicky zaměřených středních škol, je důležité, aby znalosti získané při teoretické vyučování uplatňovali a využívali také ve vyučování praktickém. Tím se z teoretických vědomostí stávají praktické dovednosti, které si pomocí motorických cvičení žák osvojí. Získá tím určité návyky, které se promítnou např. i do jeho chování a jednání, nebo vlastností, které bude v pozdější praxi uplatňovat. K dobrému propojování teorie s praxí je nutné dodržování zásad.

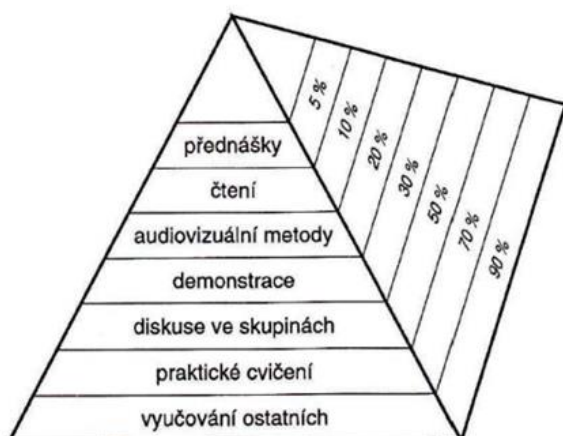
⁵ VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

1.2.2 Zásada názornosti

Zásada názornosti, je prezentovat věci tak, aby si je studenti nemuseli jen představovat, ale aby jim byly předváděny na modelech, konkrétních příkladech nebo jevech. To znamená předvedení věcí všem smyslů, aby si je bylo možné co nejvíc zapamatovat.

V roce 1992 prezentoval S. Shapiro svou pyramidu učení, kterou ilustroval, jak různé metody výuky vedou k různému stupni zapamatování (viz. obrázek č 1). Uvedená procenta jsou jen orientační, protože na účinnost zapamatování působí celá řada faktorů a kritérií. Zapamatování určitého probíraného učiva není tedy triviální záležitost, která by se dala jednoduše vyjádřit pomocí procent. Existuje celá řada činitelů, které ovlivňují výsledný efekt.

„Žák získává tím více informací a schopností, čím aktivněji je zapojen do procesu výuky.“⁶



Obrázek 1 Pyramida učení podle S. Shapiro (1992)

1.2.3 Zásady aktivity a žákovy uvědomělé práce

„Zásady aktivity a žákovy uvědomělé práce je požadavkem, aby proces výuky byl takový, že si žáci při něm vytvářejí kladný vztah k učení a učivu, aktivně si osvojují vědomosti a dovednosti při současném pochopení podstaty předmětů a jevů.“⁷

Hlavním cílem učitele při této zásadě je pozitivní podněcování žáka tak, aby se v něm probudil kladný vztah k učivu a aby si osvojoval učivo s porozuměním a touhou k aktivnímu poznávání, jak teoretické znalosti uplatnit a aplikovat do praxe. K tomuto je nutné žáky motivovat, aby přemýšleli,

⁶ KALHOUS, Zdeněk, Obst, Otto a kol. Školní didaktika. Praha: Portál v Praze, 2002. ISBN 978-80-7367-571-4

⁷ VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

pozorovali a navrhovali další postupy na základě jejich teoretických znalostí. Toho můžeme dosáhnout např. použitím metody problémového výkladu, kde navození problémové situace hledáme řešení ve spolupráci s žáky, kteří společně formulují poznatky, řeší zadanou problémovou situaci.

1.2.4 Zásada přiměřenosti a individuálního přístupu

„Zásadou přiměřenosti a individuálního přístupu rozumíme požadavek, aby obsah a rozsah učiva, jeho obtížnost a způsob vyučování odpovídali duševní a tělesné vyspělosti a předběžným znalostem žáků a konkrétně reagovaly na zvláštnosti každého žáka.“⁸

Úkolem učitele je tedy zamyšlení se nad stanovením obsahu učiva, jeho rozsahem a výukovým cílem s přihlédnutím na fakt, že se žáci v jejich předpokladech k učení liší. Přehnaně stanovené cíle, nebo vysoké tempo výuky vede k celkovému nezájmu žáka a pocitu, že probírané učivo nemůže zvládnout a pochopit. Tato zásada klade na učitele velké nároky, protože musí neustále sledovat žáky, jestli výklad chápou a rozumí a chápou ho i v daných souvislostech.

1.2.5 Zásada vědeckosti

Zásada vědeckosti, je požadavek na soulad vědeckých a pedagogických poznatků s obsahem vzdělávání a učiva. Pro učitele z toho vyplívá nutnost celoživotního pedagogického zdělávání tak, aby měl možnost přizpůsobit se aktuálním poznatkům vědy a možnostem využití nové techniky a technologií. Zásada vědeckosti není totiž spojena jen s nutností aktualizace učiva nebo o obměně praktických pomůcek, ale také s nutností využití nových technologií při výuce.

1.3 Využití moderních technologií ve výuce

V 21. století je to především technologie a její možnosti, která jde nezadržitelně kupředu a mohla by tak výrazně dopomoci se všemi zmíněnými zásadami. Moderní techniku, která by se dala využít jak v teoretické, tak v praktické části výuky dnes už žáci běžně využívají. Proto, by její nasazení do výuky mohlo výrazně přispět k prosazování zásady názornosti, zásady aktivity a uvědomělé práce. S použitím nových technologií, jako je např. virtuální a rozšířená realita by, se také mnohem lépe dala aplikovat např. zásada přiměřenosti a individuálního přístupu. Hlavním přínosem těchto technologií by podle mého názoru byla především možnost propojení teorie s praxí. V těchto zařízeních jde jednoduše propojit a promítnout teoretické znalosti do reálného světa praxe a tím pomoci k pochopení různých souvislostí mezi jednotlivým učivem a tím k lepšímu vstřebání výkladu.

D. Vaněček a kolektiv píše ve své publikaci *Didaktika technických odborných předmětů* že „Významný rozvoj vědy a techniky má zásadní vliv na proměnu didaktických prostředků. V současné

⁸ VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

době didaktické prostředky zaujímají stále významnější místo v činnosti učitele i žáka při vyučování“ /cit Vaněček str. 254/. Přitom ale drtivá většina pedagogických publikací na téma využití didaktických prostředků uvádějí jako tyto didaktické prostředky projektory, zpětné projektory, vizualizéry, audio projekce apod. Vrcholem soudobé techniky je dle dnešních vzdělávacích programů kopírovací tabule, doteková tabule, nebo interaktivní tabule. Jaká je ale možnost personalizace, nebo individualizace u zmiňovaných zařízení? Má u zmiňovaných zařízení žák možnost postupovat individuálně, podle svého tempa? Nebo má žák možnost zvolit další postupování např. v řešení problémové situace podle svého osobního úsudku, svých vědomostí a znalostí, nebo je odkázán na tempo a rozhodnutí většiny? Nezapomeňme u tohoto i na známý citát „chybami se člověk učí“.

V této části se proto budu věnovat vysvětlení pojmů skutečná, virtuální a rozšířená realita. Dále historií a vývojem rozšířené reality, jejímu současnému využívání v praxi a její možné využití v budoucnosti.

2 Skutečná, virtuální a rozšířená realita

Skutečná realita je běžný svět člověka. Přirozené prostředí, ve kterém se nacházíme, pohybujeme. Je to něco, na co si můžeme sáhnout, co můžeme cítit, vidět a čím jsme si jistí.

Virtuální realita je zcela uměle vytvořena. Jde o počítačem vytvořené trojrozměrné prostředí, jehož uživateli není umožněno vidět reálný svět kolem sebe. Tento fiktivní, vygenerovaný svět podporuje vzájemnou interakci s uživatelem, který je úplně vtažen do umělého prostředí. Uživatel může působit na prvky počítačového světa, může ho dokonce celý ovládat – zkrátka nabízí něco, co bychom za skutečných podmínek vyzkoušet nemohli.

Rozšířená realita (angl. augmented reality „AR“) dovoluje uživateli vidět reálný svět s virtuálními objekty na něj navršenými nebo složenými s obrazem reálného světa. Nechává mu poznání z obou světů-virtuálního i reálného ve stejném čase. Rozšířená realita kompletně nenahrazuje pohled na svět, ale spíše ho doplňuje. Ideálně by se mělo uživateli jevit, že virtuální a reálné objekty spolu



Obrázek 2 Rozdíly mezi rozšířenou, smíšenou a virtuální realitou

existují ve stejném prostoru. Tedy virtuální objekty a informace se zobrazují v pozicích reálného světa. Rozšířenou realitu lze chápat jako svět na hranici mezi virtuální realitou a skutečností.

2.1 Historie a vývoj rozšířené reality

Ačkoliv některé prameny udávají začátky rozšířené reality na počátek 70. let 20. století, její skutečné začátky byly mnohem dříve. Ale jak to bývá u technologických pokroků, u prvních pokusů nikdo nevěděl, k čemu všemu by se daná věc dala využít. Teprve až časem při různých implementacích byla technologie pojmenována.

Morton Heilig v roce 1957 vynalezl a v roce 1962 patentoval stroj nazvaný Sensorama. Byl to první stroj, který pracoval s virtuální, rozšířenou realitou. Stroj Sensorama byl vlastně simulátorem motocyklu, který simuloval zvuky, promítal 3D obraz (na stěnu vpředu a po stranách hlavy), za jízdy dokonce vibrovalo sedadlo a foukal vítr.



Obrázek 3 Stroj Sensorama (1962)

Počítačovým vědcem prof. Ivanem Sutherlandem a jeho studenty byl v roce 1966 vytvořen první prototyp tzv. head-mounted displej (HMD). Bylo to jedno z nejdůležitějších zařízení pro užití rozšířené reality. Byl to přístroj, který byl připevněný na hlavu a kterým bylo za použití jednoduché promítané grafiky vidět skrz. Tato grafika se pak zobrazovala jakoby v reálném prostředí. Tento přístroj byl však příliš těžký na to, aby mohl být umístěn přímo na hlavu, proto musel viset nad hlavou přidělaný do stropu. Sutherlandovo zařízení je všeobecně považováno za první experimenty s rozšířenou realitou.



Obrázek 4 Přístroj s head-mounted displejem

Ten, kdo začal, jako první ve velkém skutečně využívat rozšířenou realitu byla, americká armáda, která osadila helmy svých pilotů polopropustným sklem s možností promítání dat na pilotovo hledí. Pojem „rozšířená realita“ se rozšířil až na začátku 90. let 20. století. Caudell a Mizell, vědci ze společnosti Boeing, poprvé použili technologii pro usnadnění výroby letadel. S použitím rozšířené reality bylo možné vidět, jak mají být správně vedeny elektrické kabely v letadle.

Ani v tomto období se nedalo mluvit nebo uvažovat o masovém rozšíření virtuální reality. Stroje pro rozšířenou realitu byly těžké, drahé a neestetické. K jejich využití bylo potřeba velké množství kamer, které snímaly okolí a počítač, který zpracovával obrovské množství dat a doplňoval je o údaje pro rozšířenou realitu. Jedinou možností, jak rozšířenou realitu vidět a použít, bylo také nošení těžké helmy, kterou musel mít člověk na hlavě.

O masovém rozvoji rozšířené reality lze mluvit až počátkem 21. století s příchodem výkonných chytrých telefonů s velkým displejem, možnostmi snímání videa, rychlým připojením na internet s velkým pokrytím. S rozšířením chytrých mobilních zařízení mezi lidmi se ve větší míře začíná AR aplikovat v praxi v podobě aplikací pro mobilní telefony. V roce 2016 byla například vydána celosvětově známá aplikace s názvem Pokemon Go, která umožňovala právě propojení reálného světa s digitální grafikou na displejích mobilních telefonů. Aplikace měla okamžitě obrovský úspěch. Podle informací vydavatele studia Niantic bylo po roce od vydání 60 milionů aktivních uživatelů této aplikace. To ale zdaleka nebylo nejvyšší číslo. V květnu 2018 už bylo 147 milionů lidí, kteří využívali rozšířenou realitu pomocí svých mobilních telefonů. Tyto čísla jen dokládají opravdu masové rozšíření AR.

2.2 Současnost rozšířené reality

Rozšířená realita začíná stále víc pronikat do různých profesí nebo odvětví výroby. Používání rozšířené reality už není jen výsadou armády, nebo součástí hitech kosmických programů. Začínáme se s ní setkávat čím dál víc ve svých profesích, nebo dokonce i v našich domácnostech či autech.

2.2.1 Lékařství

Rozšířená realita může také např. v nemocnicích pomoci zdravotnickému personálu. Technologie rozšířené reality může poskytnout vnitřní pohled do pacientova těla bez nutnosti většího chirurgického zákroku. Díky neinvazivním metodám snímání 3D obrazů jako jsou ultrazvuk, magnetická rezonance nebo počítačová tomografie a shromažďováním dat o daném pacientovi, může lékař vidět dovnitř pacienta, aniž by udělal jakýkoli fyzický řez nebo zákrok. Je to také metoda, která by měla zajistě snižovat obavy pacientů.

Rozšířená realita může být také velice užitečnou pomůckou pro vyučování studentů medicíny. Také může být vítanou pomůckou pro výuku dětí, které mohou poznávat anatomii lidského těla zábavnou formou. Pomocí rozšířené reality je možné nahlédnout i „pod kůži“ a objevovat kosti, svaly, nervy a další části a funkce lidského těla.

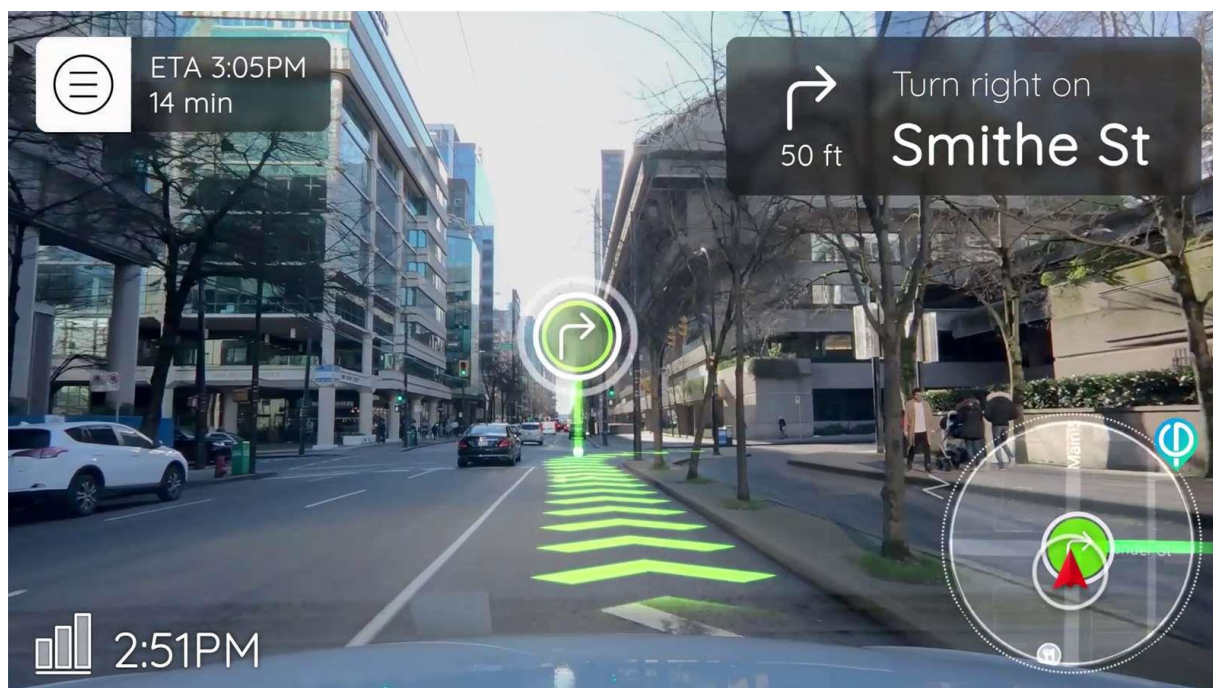
Představme si situaci, kdy se někdo zraní nebo má nějaké zdravotní potíže daleko od nejbližší lékařské pomoci. Právě pomocí rozšířené reality dostane druhá osoba pokyny, kde je potřeba něco zmáčknout, přiškrtit, nebo naopak co v žádném případě nedělat, ať už automaticky od předinstalovaného programu nebo pomocí vzdálené pomoci, která vidí reálnou scénu např. díky kameře mobilního telefonu. Takovéto používání by mohlo zachraňovat životy zraněných kdekoliv na světě. Lékařem během pár minut.

2.2.2 Navigace

Také u automobilů se začíná projevovat vliv rozšířené reality. V automobilech se začínají promítat údaje, buď na skleněnou destičku v zorném poli řidiče (tzv. head-up displej), nebo je pro zobrazování grafiky využíváno čelní sklo vozidla přímo před řidičem. Údaje se pak promítají do reálného světa a pomocí senzorů dokáží např. ukázat správný směr jízdy nebo promítnout maximální povolenou rychlost a podobně.

V současnosti už některé automobilky vyvíjí celá čelní skla, která budou fungovat jako velký head-up displej. Tato skla pak budou sama zobrazovat grafiku přímo do zorného pole řidiče. Široká promítací zóna umožňuje zobrazovat více virtuálních objektů v komfortní vzdálenosti pro oči řidiče. Systém nemá žádné omezení z hlediska rozměrů zobrazení a dokáže obraz promítat po celé ploše čelního okna. Technologii lze použít i pro boční okna vozidla, což umožní nabízet cestujícím různé informační a zábavní služby. V současnosti neexistuje jiná technologie, která by se vyznačovala takovými parametry. V budoucnosti bude tato technologie moci zobrazovat řidičům další informace

o okolí, a to v kombinaci s technologií autonomní jízdy ve vozidlech intenzivně síťově propojených se silnicí a okolními vozidly.



Obrázek 5 Rozšířená realita v automobilech

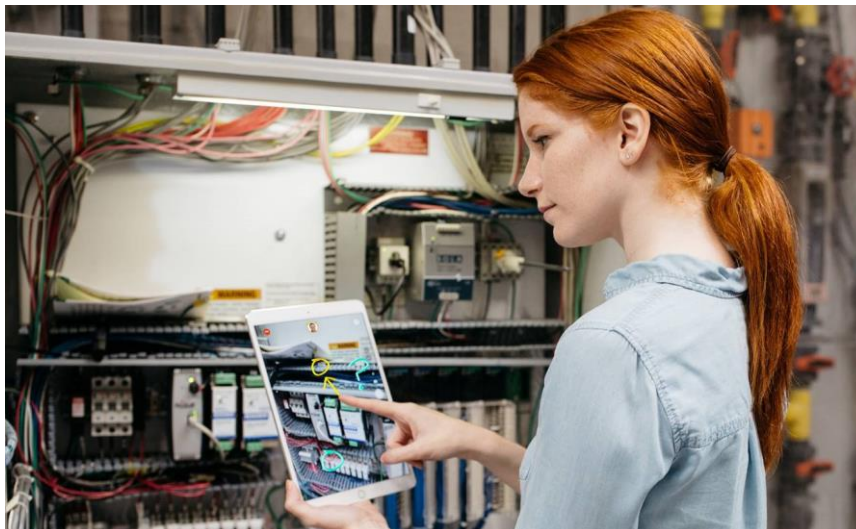
2.2.3 Průmyslové využití

Používání rozšířené a virtuální reality ve výrobě, zpracování i v dalších průmyslových aplikacích přispívá k většímu přehledu, efektivnějšímu školení a řešení problémů. Zlepšení lze dosáhnout v oblastech navrhování, montáže, kontroly kvality a zajištění bezpečnosti.

Školící programy se simulacemi v rozšířené realitě umožňují novým zaměstnancům učit se složité procesy. Při učení touto metodou si pracovník získané informace zachová déle než při učení formou přednášek nebo čtení, zejména u nové generace pracovníků, kteří jsou na prostředí virtuální a rozšířené reality zvyklí.

Rozšířená realita se v současné době v průmyslovém odvětví používá hlavně v údržbě strojů a zařízení, kde jsou využívány možnosti zobrazení konkrétního místa závady včetně jejího popisu. Údržbáři mají potom možnost si pomocí PDA, tabletů, brýlí nebo mobilů rozbalit detailní náčrt strojních součástí včetně popisu na její montáž a demontáž. To je ale teprve začátek využívání rozšířené reality v průmyslu. V dnešní době už některé dodavatelské firmy připravují software, který umožní rozšířenou realitu použít ke vzdálené podpoře třeba při opravě nebo údržbě svých strojních zařízení. Pracovník si tedy v nesnázích bude moci přes AR vyžádat pomoc přímo od specialisty výrobce, který stroj uvidí v reálné podobě a reálném čase a bude moci nejenom konzultovat při postupu opravy pomocí hlasového navádění, ale i například kreslit a označovat části stroje, které je nutné demonstrovat nebo opravit. Tím bude možné snížit kvalifikační nároky např. na údržbáře nebo obsluhu

strojů a díky vzdálené komunikaci ušetřit i velké cestovní náklady specialistů na opravu a údržbu zařízení.



Obrázek 6 Využití rozšířené reality pro vzdálenou pomoc

2.3 Budoucnost rozšířené reality

Díky náročnosti využívání a programování bude rozvoj rozšířené reality na velkých hráčích na trhu. AR bude ovládat například reklamní průmysl. Díky jejich rozšířené realitě si budete moci koupit věci na sebe, aniž byste museli chodit do kamenné prodejny, a dokonce i bez nutnosti toho, že byste se museli svléknout. Díky AR v reklamě si budete moci vybavit byt přesně podle svých představ. Budete si moci promítnout, jak váš byt bude vypadat po rekonstrukci v době kdy, tam ještě nebude vůbec nic. Ale také nákup bot může probíhat pomocí AR. Aplikace vám dokonce změří velikost a tvar nohy a doporučí nejvhodnější. Vy si pak můžete mezi nimi vybírat a třeba měnit i barvy.



Obrázek 7 Výběr bot v AR

Další odvětví, kde se předpokládá velký rozvoj rozšířené reality je filmová produkce a zpravodajství. Americká stanice The Weather Channel oznámila, že pracuje na programu, ve kterém bude možné komentovat a předpovídat počasí pomocí rozšířené reality. Chystá se, také další zapojení rozšířené reality do zpravodajství jako jsou třeba přímé reportáže a živé vstupy, které budou promítány přímo ve zpravodajském studiu.



Obrázek 9 Předpověď počasí s využitím AR



Obrázek 8 Využití AR ve zpravodajství

Díky rozvoji mobilních sítí a nastupující sítí 5G je také čím dál víc jasné že rozšířená realita využita jako vzdálená přítomnost v reálném čase. Kde bude možné pomocí čidel vytvořit virtuální kopii reálného prostoru a v tomto prostoru se následně pohybovat sám, nebo s jinými uživateli, se kterými mohou komunikovat. Bude tak možné např. k určitému projektu přizvat další experty z celého světa a danou problematiku s nimi řešit. K tomu všemu přispívá i IoT, ve kterém budou moci odborníci i laici sdílet všemožná data i určitá možná řešení.

PRAKTICKÁ ČÁST

3 Využití rozšířené reality ve vzdělávání

Jak vyplývá z teoretické části, používání rozšířené reality je stále častější a tím pádem i cenově dosažitelnější. Proto bych chtěl prověřit možnosti nasazení rozšířené reality do pracovního vyučování. Použitím těchto technologií by podle mého předpokladu mohlo dojít k snížení časové náročnosti probíraného učiva, efektivnějšímu vstřebávání a pochopení vykládané látky. Jde také o inovativní řešení výuky, které je v souladu s technickými požadavky budoucích zaměstnavatelů. Řada firem dnes využívá, nebo teprve bude využívat, jak rozšířenou, tak i virtuální realitu. Na tuto skutečnost proto musíme naše žáky připravit.

V této části bakalářské práce se budu věnovat implementaci rozšířené reality do studia oboru Mechanik elektrotechnik (IT Mechatronik) v podmínkách SOUŠ ŠKODA AUTO a.s. Provedu výběr vhodného zařízení, návrh implementace brýlí do výuky a časový rozvrh hodin.

3.1 Pravidla pro použití virtuální a rozšířené reality v ŠA

Ve společnosti ŠKODA AUTO využíváme rozšířenou (AR) a virtuální (VR) realitu především k zaškolení nových pracovníků na určitou pracovní pozici. AR a VR se ale také využívá při proškolení stávajících pracovníků na novou pracovní pozici, na kterou mají teprve přestoupit. Jejich dobré zaškolení je v našich podmínkách velice důležité, protože veškeré výdaje spojené s prostoje na daném provozu jsou pro firmu vždy vícenásobky. Dokonalé zaškolení pracovníků na danou operaci je pro nás nutností.

Další možností, jak tyto technologie využít, je možné najít přímo ve výrobě, nebo v údržbě. Pro výrobu se využívá převážně virtuální realita, zatímco v údržbě se daří využívat především rozšířené reality, která mísí obraz reálného světa např. s reálnými daty ze strojů. Tyto data jsou promítána buď přímo do zorného pole pracovníka, nebo do sklíčka, které je umístěno v úrovni obočí na brýlové obroučce. Každá z těchto variant se ukázala být prospěšnou na jiný druh práce.

O tom, jestli se při zaučování pracovníků použije prostředí virtuální, nebo rozšířené reality se rozhoduje na základě jednoduchých pravidel.

Virtuální realita:

- 1) Operace nejde opakovat několikrát za sebou (nelze rozebírat)
- 2) Možnost úrazu při procvičování bez předchozího proškolení (bezpečnost)
- 3) Velká prostorová náročnost tréninku
- 4) Potřeba naučit se přesný postup, ne zručnost (získání znalostí)

Rozšířená realita:

- 1) Potřeba procvičení zručnosti (získání dovedností, schopností)
- 2) Při procvičování je nutné vidět na díl, nebo např. na ruce
- 3) Možnost přidávání a ubírání promítaných informací (Ověřování znalostí)
- 4) Reálné prostředí (procvičování reálných dovedností)
- 5) Možnost využití zaškolení přímo v provozech (procvičování reálných dovedností)

Obecně se dá tedy říci, že použití virtuální reality je vhodné především pro trénink postupů, kdežto rozšířená realita je vhodnější do výroby, kde se může pracovat s proměnnými daty a kde je potřeba zároveň vnímat i reálný svět a reagovat na něj.

3.1.1 Využití virtuální reality v ŠA

Jak již bylo psáno v úvodu, virtuální realita se používá především tam, kde není možno díly montovat a rozebírat vícekrát, tam kde by to bylo nebezpečné, nebo by byla velká prostorová náročnost. Virtuální realitou můžeme ale například simulovat i operace, činnosti, díly nebo postupy, které ještě neexistují. Můžeme tak zaměstnance naučit například postup montáže baterie do elektro vozu, který ještě není vyvinut, nebo manipulaci s nástroji, které k tomu bude v budoucnu potřebovat.

Virtuální centrum programování robotů

V tomto centru se využívá virtuálního světa tak, aby se noví, nebo stávající zaměstnanci naučili obsluhovat nebo programovat bez nebezpečí poškození robota nebo okolního zařízení. V robotickém centru se také využívají možnosti simulovat problémové úlohy, jako je například zaseknutí robota v obtížně manévrovatelné poloze, kde je úkolem obsluhy, aby pomocí jednotlivých příkazů dostali robota do výchozí pozice.

Virtuální centrum lakovny

Ve virtuálním centru lakovny se noví zaměstnanci učí a procvičují si správné nanášení laku na jednotlivé díly karoserie. Zde je využita virtuální technologie z důvodu nemožnosti tento úkol v realitě opakovat. Dochází tím ke snižování nákladů na proškolení, ale také k větší možnosti procvičování opakovat a získat tím určitý návyk.

Virtuální centrum vozů PHEV

Zkratka PHEV (angl. Plug-in Hybrid Electric Vehicle) – jedná se tedy o automobil, který kombinuje klasický benzínový motor s bateriemi poháněným elektromotorem. Tyto motory jsou navzájem propojeny a spolupracují. V tomto virtuálním centru se tedy pracovníci naučí jak správně zacházet s kabely pod vysokým napětím a také přesný popis při jejich montáži a zapojení.

Virtuální centrum logistiky

Zde je využita virtuální realita zejména z důvodu úspory prostor a zajištění bezpečí při tréninku. V počítačích jsou nahrané celé prostory jednotlivých hal. Mezi prostory jednotlivých hal je možno rychle přepínat a zajistit tak připravení pracovníka přímo na prostory, kde např. později bude jezdit vysokozdvížným vozíkem.

3.1.2 Využití rozšířené reality v ŠA

Montáž dveří

Při montáži jednotlivých dílů pro kompletaci dveří je nutno se naučit nejen správný postup montáže, ale je také nutné získat určitou zručnost tak, aby se díly při montáži nepoškodily, nebo aby byly správně namontovány a nedocházelo pak např. k rezonancím při zkušební jízdě. Dále je zde nepřehledné množství variant výbav, které je možné pracovníkovi promítnout přímo do zorného pole. Je tedy možné do brýlí pracovníkovi promítat konkrétní výbavu a tím i konkrétní díly, které má montovat. Dalším důležitým důvodem pro použití brýlí s rozšířenou realitou je fakt, že se pohybujeme v reálném výrobním prostředí, kde by v podstatě virtuální brýle z důvodu bezpečnosti nebylo možno použít.

Údržba lisoven

Pracovníci údržby lisoven používají k zobrazení rozšířené reality místo brýlí hlavně tablety. Rozšířená realita se zde používá zejména ke kontrole strojů a zařízení. Protože se jedná o velké lisy, které zabírají velký prostor a jsou napojeny na obrovské množství čidel a senzorů, používají se tablety k jejich kontrole.

Dříve museli pracovníci všechny stroje obcházet a kontrolovat jednotlivé ukazatele např. tlaku vzduchu a oleje, teploty náplní, vyhodnocovat a zapisovat. Při případné poruše se musela hledat příčina poruchy a v technické dokumentaci hledat možnosti odstranění. Při využití rozšířené reality vidí zaměstnanec všechna data přímo na displeji tabletu a může si zobrazovat například vývoj tlaku oleje v čase. Může si také ale konkretizovat, které údaje chce vidět a podívat se i na detaily z jednotlivých čidel v soustavě komponentů. Při poruše mu rozšířená realita ukáže přesné místo hlášené závady a umožní prostudování technické dokumentace přímo na místě.

Nastavení přísavkového rámu mechanizace lisovací linky

Správné nastavení náradí např. přísavkového rámu pro přemístění výlisků (viz. obrázek) je další a velmi významná část, kde se dá technologie rozšířené reality použít. Správné nastavení ramena robota s přísavkami je klíčové a velmi náročné na přesnost přípravy. Při tomto nastavování je několik velmi důležitých veličin, které se musí přesně nastavit a hlídat. Mezi tyto veličiny patří například délka jednotlivých větví na rameni nebo také sklon těchto větví. Při seřizování je nutné hlídat jak polohu proti základní tyči, tak i polohy vzájemně proti sobě (oboje se na trubkovém rámu velmi obtížně přesně měří). Velmi důležitou součástí přísavkového rámu jsou přísavky. Každá z nich má přesně danou polohu na ose X, Y, Z (která je opět na celé soustavě velmi těžko měřitelná). Dalšími prvky celé soustavy, které nejsou náročné na měření, ale neméně důležité pro celkovou funkci, jsou kolínka, nástavce, průchodky a hadičky, které zajišťují správný tlak, pevnost, nebo pozici dílů.

A právě pro seřízení správné polohy všech těchto prvků je vhodné použít brýle pro rozšířenou realitu, které dokáží nejen promítnout přesnou polohu jednotlivých větví celého systému, ale také přesnou polohu přísavek na osách X, Y, Z, a přímo na reálné základní trubce. Brýle však také promítají podobu komponentů a jejich označení do zorného pole pracovníka. Použitím těchto brýlí by

došlo k výraznému ulehčení práce a větší přesnosti při nastavování, což se výrazně podílí na zvýšení plynulosti chodu výroby.

Toto je ale teprve první krok při nasazování brýlí na seřízení přísavkového rámu. Dalším plánovaným krokem je nasazení brýlí přímo do výroby, a to ve dvou etapách. V první etapě by měli seřizovači přímo u lisů používat brýle tak, aby v nich viděli výchozí pozici jednotlivých větví a přísavek a mohli tak odhalit případné odchylky proti 3D datům. Druhou plánovanou etapou je použít brýle k opačnému účelu. To znamená, že by při nutnosti přeseřízení (např. změnu polohy X, Y, Z, nebo malou úpravu délky větve) zaznamenaly brýle tento úkon a ten byl následně zaznamenán zpět do dat používaných v brýlích. Při následném přeseřizování by seřizovač mohl vidět jak základní polohu (poloha 0), tak i polohu po přeseřizování (poloha 2). Následně by při problémech mohl znovu provést kontrolu a odhalit případné závady na přísavkovém rámu.

Při výrobě určitého výlisku je zapotřebí až 6 operací, než je z vinutého plechu hotový výrobek, který je připraven k dalšímu použití ve svařovně. Každý tento výrobek (výlisek) je z operace na operaci přesouván pomocí přísavkového rámu, který přesouvá materiál mezi jednotlivými raznicemi (operacemi) v rychlosti až 17 výlisků za minutu. Každá operace lisování, má kvůli tváření plechu tento rám specifický (úhel natočení, délku ramen, počet ramen). Každý rám je přesně přizpůsoben tvaru výlisku. Každá část karoserie potřebuje cca 13 typů těchto rámu. Na každém z nich je v průměru až 14 ramen a přísavek. Na jeden díl karoserie je nutno takto připravit cca 13 přísavkových rámu a až 182 přísavek. Takovýchto dílů karoserie vyrábíme ve ŠKODA AUTO 183. Celkem se tedy jedná o nastavování až 2379 parametrů nutných pro správnou funkci mechanizace lisovací linky.

Jedná se tedy o obrovské množství práce, kterou bychom mohli zlepšit a zjednodušit. Nejdůležitější součástí tohoto projektu jsou správně zaučení zaměstnanci, kteří budou umět zacházet s touto moderní technologií. A to nejen s brýlemi, ale také s programem zpracovávajícím 3D data. Proto navrhuji začlenit výuku obsluhy těchto brýlí do výuky v SOUS ŠKODA AUTO a.s.

4 Implementace brýlí pro rozšířenou realitu do současné výuky

Pro úspěšné pokračování projektu nasazování brýlí do výroby je zapotřebí kvalifikovaný personál a ten bychom si na našem učilišti chtěli vychovat. Proto je nutné implementovat používání rozšířené reality již přímo do studia vybraných oborů a jejich předmětů. V nich by se žáci učili nejenom modelaci dílů v 3D rozměru, v grafických programech a jejich následnou prezentaci na 2D monitorech. Ale využili by svůj vytvořený 3D model promítaný do reálného světa pomocí brýlí.

Součástí bakalářské práce je tedy navrhnout řešení, jak implementovat výuku rozšířené reality do předmětu Technická dokumentace pro obor IT Mechatronik. Implementace jsem rozdělil do dvou částí:

- Výběr HW vhodného pro použití v podmínkách školy
- Návrh struktury výuky

4.1 Výběr hardwaru

Před výběrem brýlí bylo potřeba určit, pro jaké účely budou brýle sloužit. Protože je cílem projektu vyškolení budoucích zaměstnanců, kteří budou tyto brýle později používat v provozu, bylo nutné nehlédnout na brýle, které budou vhodné nejen pro použití ve školních podmínkách, ale také takové, které vydrží i provoz a užívání pro výrobní účely. Cílem bylo tedy učit žáky se stejnými brýlemi, které později budou používat ve výrobě. Výběr samotného HW podléhal několika kritériím, která bylo nutné později rozšířit.

- Kritéria:
- váha do 700 g (ergonomie)
 - výdrž min. 3 hodiny
 - zobrazovací vzdálenost min. 50 cm
 - možnost tvorby vlastní aplikace
 - vybavenost kamerou s možností záznamu

Pro účely projektu byly zvoleny tři různé typy brýlí pro AR. Byly to brýle Microsoft Hololens, Meta 2 a Magic Leap One. Při testu se ukázalo, že rozlišná konstrukce brýlí přinášela různá omezení z pohledu ergonomie, uživatelské přívětivosti, nebo bezpečnosti. Proto bylo nutné následně doplnit několik dalších kritérií.

- Doplněná kritéria:
- bezdrátový provoz (bezpečnost)
 - možnost připevnění na přilbu
 - propustnost světla min. 60 % (bezpečnost)
 - možnost používání s dioptrickými brýlemi
 - vlastní PC

4.1.1 Microsoft Hololens 1

- Data:
- váha 579 gramů
 - výdrž 3-5 hodin
 - cena 5 000 \$

Tyto brýle jsou bezpochyby nejlépe hodnocený produkt pro rozšířenou realitu. Pravděpodobně to bude dáno skutečností, že v současné době nemají žádné AR brýle takovou SW podporu a takovou sadu funkcí jako právě Hololens.

Hololens mají počítač zabudovaný přímo v brýlích. Ten je schopný promítat digitální obraz, který se zobrazuje ve skutečném světě. V tom jsou vlastně první na světě. Hardware, který toto zařízení řídí, zahrnuje 3 procesory Intel Atom. Brýle také obsahují procesor navržený přímo pro zpracování vstupu snímaného pole nazývaného HPU.

Díky kolekci sensorů a kamer, které neustále skenují prostor kolem uživatele, dokáží aktualizovat 3D síť této oblasti do takzvané prostorové mapy. Tato prostorová mapa umožňuje brýlím integrovat digitální grafiku do reálného prostředí takovým způsobem, že se zdá, že objekt právě vystupuje z pracovní plochy, nebo pracovního stolu. Další nespornou výhodou prostorových map je jejich možnost zmapování celkového prostoru. Oblastí, kde jsou Hololens pravděpodobně nejdále, je budování vlastního ekosystému, zvaného Windows Mixed Reality. Tato speciální verze Windows 10 je navržena tak, aby kombinovala možnosti využití rozšířené a virtuální reality. Primárním zdrojem vstupu pro Hololens je tedy ovládání gesty a hlasem. S ostatními zařízeními dokáže komunikovat pomocí klávesnice, myši, nebo přes herní ovladač. 3D rozhraní je však velmi odlišné oproti tomu, na které jsme zvyklí u ploché obrazovky. Toto rozhraní umožňuje umístit jednotlivé ikony kamkoli do 3D prostoru kolem. Pomocí Hololens můžete například umístit ikonu Wordu tak, že bude levitovat nad pracovním stolem.

Nevýhodou těchto brýlí je, že je přímo v nich umístěn počítač a tím je negativně ovlivněna jejich váha. A právě váha tohoto zařízení je to, co je momentálně největším limitem při jejich používání. Při celkové váze 579 g je už po několika desítkách minut cítit určitá únava a nepohodlnost při používání. Záleží samozřejmě na druhu využití brýlí. Pokud jsou využívány pouze pro práci s 3D modelem na pracovním stole, je tento pocit menší než při práci v prostoru, kde je nutné neustálé otáčení hlavy a tím i větší zapojování krčních svalů. Dalším, co je na Hololens limitujícím faktorem, je celkový zorný úhel 35°, ve kterém jsou promítány grafické prvky do zorného pole uživatele. Jde samozřejmě zase o subjektivní názor a opět záleží na druhu použití těchto brýlí. Pokud jsou brýle používány pro vizualizaci jedné věci umístěné v prostoru, není menší zorný úhel nijak limitující. Naopak pokud jde o práci ve větším prostoru a ještě např. s více objekty najednou jsou určité limity grafiky znát. Dle mého názoru se na tyto limity dá zvyknout a při práci s objekty se jim přizpůsobit.



Obrázek 10 Brýle Microsoft HoloLens 1

4.1.2 Meta 2

Data:	- váha	500 gramů
	- výdrž	neomezeno
	- cena	949 \$ (bez PC)

Brýle Meta 2 od společnosti Meta přišly na trh s rozšířenou realitou na konci roku 2017 a na rozdíl od Hololens jsou pevně svázané s pevným počítačem, který není jejich součástí. Brýle tedy jsou navrženy a konstruovány pro použití na stacionárním místě, bez možnosti se pohybovat volně po větším prostoru. Zařízení je nutné zapojit pomocí video portu do pevného PC, který musí mít zároveň dostatečnou výpočetní kapacitu pro výpočet grafických operací. Veškeré informace a výstupy ze senzorů musí zpracovávat právě připojený PC.

Meta 2 jsou i přes absenci PC přímo v konstrukci brýlí oproti Hololens výrazně větší. Je to pravděpodobně díky použití velkého kombinovanému polosférického optického systému, který vytváří spolu s velkým úhlem pohledu pocitově průhlednější obraz než Hololens. Problém nastává při umístění grafiky do krajů zorného pole, kde je obtížné objekt zaostřit, nebo ho v rovině zaostření udržet. Podobně jako Hololens jsou i Meta 2 osazeny senzory, které jsou schopny vytvářet mapu prostředí, která umožňuje interakci se skutečným světem. Ovládání zahrnuje stejně jako u Hololens možnost používání gest pro ovládání softwaru, který je ovšem navržený přímo pro tyto brýle. Oproti konkurenci nabízí Meta 2 možnost uchopení, přidržení, nebo manipulace s objektem pouze gesty bez použití jakéhokoli přidavného ovladače.

Nevýhodou tohoto systému je to, že je vždy nutné mít brýle svázané s pevným PC, je to tedy spíše rozšíření monitoru o 3D rozměr. Další nevýhodou Meta 2 je určitá nekonzistentnost systému a tím pádem někdy i nepřesně zobrazovaná grafika a komplikovaná možnost zaostření objektu.



Obrázek 11 Brýle Meta 2

4.1.3 Magic Leap One

Data:	- váha	316 gramů (bez PC)
	- výdrž	3,5 hodin
	- cena	2 200 \$

Brýle od společnosti Magic Leap s názvem Magic Leap One jsou konstrukčně něco mezi Hololens a Meta 2. I když nejsou připojené na pevně stojící PC, jsou kabelem propojeny se svým mini PC, který se dá vzít do ruky, nebo umístit za opasek. S mini PC, který zpracovává data z grafiky, jsou brýle propojeny HDMI kabelem. Stejně tak jako s Hololens jsme tedy schopni se s brýlemi pohybovat různě v prostoru i po několika místnostech.

Díky umístění mini PC mimo konstrukci samotných brýlí, je jejich velikost a váha mnohem menší než u Hololens, nebo Meta 2 (viz. porovnávací tabulka). Velikost Magic Leap One je jen o trochu větší než velikost skutečných dioptrických brýlí. Výhodou tohoto řešení je opět mnohem větší úhel zorného pole než u Hololens. Což vede k celkově většímu pocitu ponoření se do světa 3D. Další zvláštností Magic Leap One je možnost rozmazat, nebo zaostřit virtuální objekty a tím umocnit pocit hloubky ostroty, tedy i realističtější přítomnost ve skutečném světě. Kromě senzorů pro sledování a snímání reálného světa, stejně jako u Hololens a Meta 2, obsahují Magic Leap One ještě senzory pro sledování pohybu očí (podobně jako Hololens). V kombinaci se schopností sledování gest, dávají uživateli více možností, pro ovládání funkcí a pocitu skutečného 3D virtuálního světa.

Paradoxně se velká výhoda brýlí Magic Leap One stává i jejich zásadní nevýhodou. Touto nevýhodou je jejich velikost. Díky rozměrové podobnosti s klasickými brýlemi, je použití brýlí Magic Leap One spolu s použitím dioptrických brýlí vyloučeno. Další zásadní nevýhodou je, že obroučky brýlí a jejich nožičky brání perifernímu vidění a ovlivňují tím bezpečnost uživatele. Poslední nevýhodou je nutnost použití ovladače při ovládání samotného systému a prostředí zobrazovaného v brýlích.



Obrázek 12 Brýle Magic Leap One

4.2 Výsledky porovnání

Tabulka 1 Porovnání parametrů brýlí

	Hololens 1	Meta 2	Magic Leap One	Hololens 2
Zorný úhel	35°	90°	50°	52°
Váha	579 g	500 g	316 g (bez PC)	566 g
Výdrž	3-5 hod.	neomezeně	3,5 hod.	3-5 hod.
Zobrazovací vzdálenost	> 50 cm	> 50 cm	> 50 cm	> 50 cm
Vlastní aplikace	ano	ano	ano	ano
Kamera se záznamem	ano	ano	ano	ano
Bezdrátový	ano	ne	ne	ano
Přípevnění na přilbu	ano	?	ne	ano
Používání s brýlemi	ano	ano	ne	ano
Propustnost světla	60%	neudává se	50%	75%
Vlastní PC	ano	ne	ano (na kabelu)	ano
Sledování bodů	15	6	9	25
Cena	\$5 000	\$949	\$2 200	Neuvedeno

Z porovnání vyplývá, že každé brýle jsou vhodné pro určitý účel. Každé mají také svoje plusy a mínusy. Brýlemi, které jsem vybral jako nejvíce vyhovující mému záměru, jsou Microsoft Hololens 1. Jejich hlavní výhodou je SW podpora a konektivita s ostatními programy. Také jsou to jediné „testované“ brýle, které splňují všechna daná kritéria. Vhodnější by pravděpodobně bylo použití nových brýlí Hololens 2, ty ale v současné době nejsou ještě určeny k prodeji.

Ostatní dva zástupci brýlí pro rozšířenou realitu nejsou k výuce vhodné. Meta 2 jsou nevhodné z pohledu systému, na kterém fungují. Také díky kabelovému propojení s počítačem nesplňují požadavek na bezpečnost. Další kritérium pro vyřazení těchto brýlí je tedy i absence zabudovaného PC. Tyto dvě kritéria jsou v podstatě KO kritérii. Takovéto brýle by nebylo možné použít následně ve výrobě.

Brýle od společnosti Magic Leap byly vyřazeny ze 2 zřejmých důvodů. Prvním a zásadním důvodem je bezpečnost. Konstrukce brýlí brání perifernímu vidění a tím závažně narušuje bezpečnost při použití v praktickém vyučování. Také jejich propustnost světla na úrovni 50% je do výrobních provozů absolutně nevhodná a zdraví ohrožující. Dalším limitujícím faktorem je nemožnost využití Magic Leap One s dioptrickými brýlemi.

4.3 Návrh struktury výuky

Žáci třetího ročníku studia oboru Mechanik elektronik mají ve svém ŠVP pro předmět Technická dokumentace časovou dotaci 7 hodin na výuku 3D – modelování složité sestavy v programu CREO Parametrik (viz obrázek č. 13). Tohoto předmětu bych využil pro výuku práce s rozšířenou realitou. Žáci by si sami vymodelovali svůj přísavkový rám, který by poté s pomocí Hololens reálně vytvořili při praktickém cvičení.

Téma 3D modelování složité sestavy
Časová dotace 7 hodin
Výsledky vzdělávání <ul style="list-style-type: none">- vkládá díly do sestavy- vloží normalizovaný díl z knihovny
Učivo <ul style="list-style-type: none">- vkládání součástí do sestavy- vkládání normalizovaných součástí z knihovny dílů

Obrázek 13 Učební osnova IT Mechatronik

Žáci mají celkem 64 hodin předmětu technická dokumentace, jsou rozděleni do menších skupin 10–12 žáků a výuka probíhá ve dvou spojených vyučovacích hodinách. Postupně si osvojují znalosti zobrazování základních geometrických těles, základní pravidla a principy kótování geometrických tvarů, tvorbu 3D součástí vysunutím, nebo rotací, vložení normalizovaných dílů z knihovny, modelaci složitých strojních součástí atd. Navrhují dát žákům součásti, které budou potřeba k modelaci soustavy, přímo v datech od výroby. Žáci už modelování součástí znají, proto by dostali rovnou data na sestavení soustavy (objímka, ramínko, adaptér, přísavka). Na celou výuku o sestavách bychom měli 7 vyučovacích hodin.

Témata jednotlivých dvouhodinových bloků:

- Tvorba sestavy dílů
- Práce s brýlemi
- Modelace složité sestavy
- Stavba přísavkového rámu

4.3.1 Rozdělení hodin

Tvorba sestavy dílů 1.–2. hodina:

Učební pomůcky:

- PC
- Creo Parametrik
- Projektor
- Prezentační model

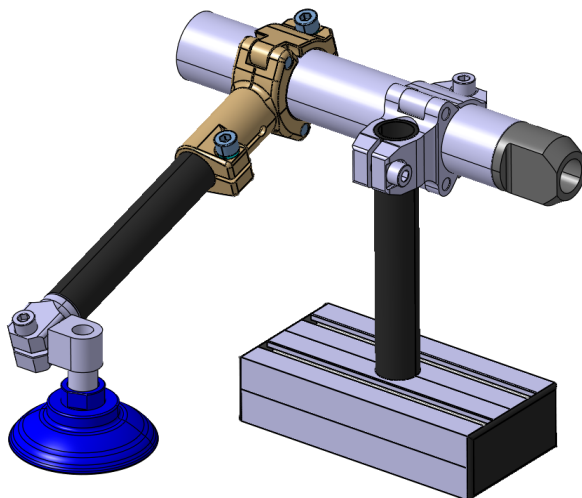
Časový rozvrh hodin:

Teoretická část

- Práce s knihovnou dílů
- Volba správného dílu a jeho vložení do sestavy
- Definice sousosti dílů
- Definice souřadného systému
- Definice pozic jednotlivých dílů
- Určení vzdálenosti a úhlů dílů proti sobě
- Zkouška rozstřelení
- Zadání samostatných prací (viz obrázek)

Praktická část (samostatná práce)

- Práce s knihovnou dílů
- Výběr správných dílů pro zadanou sestavu a jejich vložení do sestavy
- Zadání pozic jednotlivých dílů dle zadání
- Určení vzájemné sousosti použitých dílů
- Určení vzdálenosti a úhlů dílů proti sobě pro modelaci dílů dle předlohy
- Provedení zkoušky správnosti sestavení rozstřelení a následným spojením



Obrázek 14 Ukázka zadané práce

Práce s brýlemi 3.-4. hodina:

Učební pomůcky:

- PC
- Brýle Hololens
- Projektor
- Data modelu
- Díly sestavy

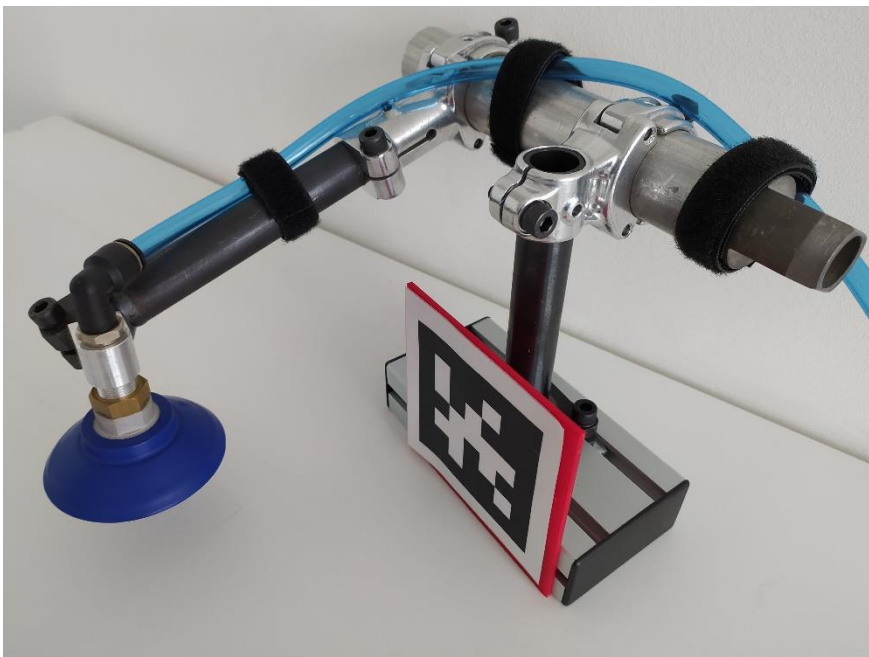
Časový rozvrh hodin:

Teoretická část

- Práce s brýlemi (nasazení, správné upnutí, zapnutí a vypnutí)
- Volba složky
- Instalace dat
- Určení referenčního bodu
- Popis jednotlivých dílů sestavy a jejich funkce

Praktická část (samostatná práce)

- Práce s brýlemi – jejich správné nasazení, zapnutí a kontrola funkcí
- Instalace vlastních dat vytvořených ve 2. vyučovací hodině
- Výběr složky s daty modelu a jejich spuštění
- Určení referenčního bodu
- Kompletace modelu, dle promítaných dat
- Kontrola reálného modelu



Obrázek 15 Ukázka sestaveného modelu

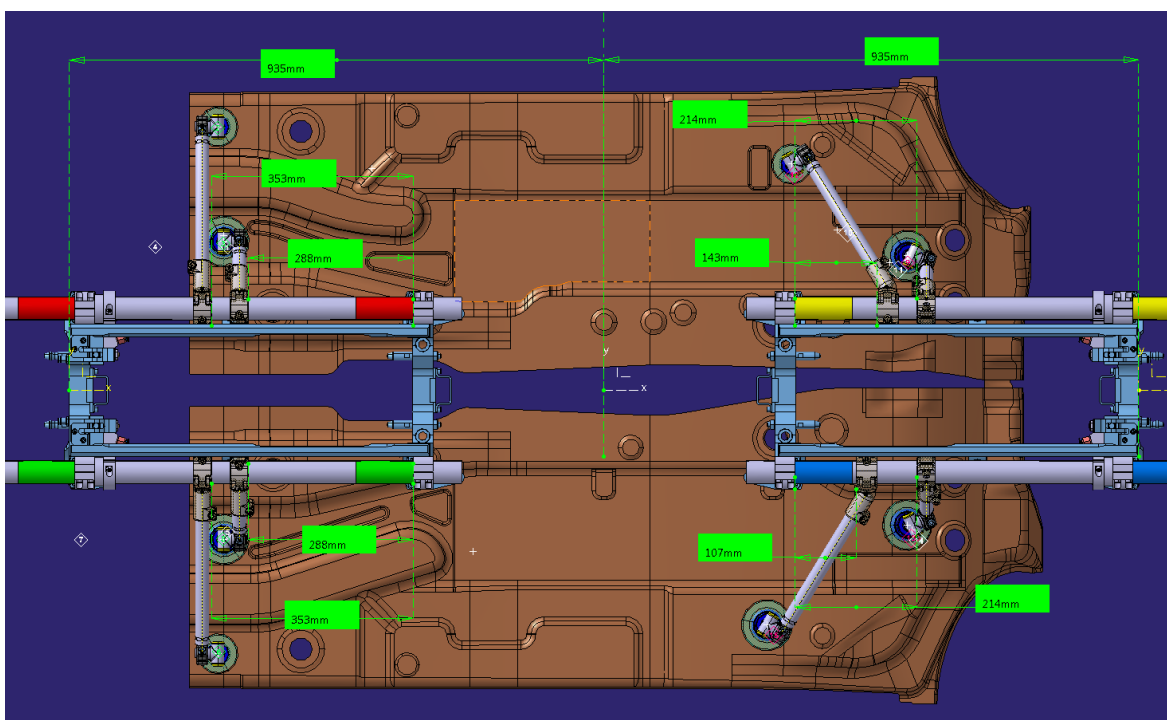
Modelace složité sestavy 5.-6. hodina:

Učební pomůcky:

- PC
- Creo parametrik
- Projektor
- Data modelu
- Prezentační model

Časový rozvrh hodin:

- Opakování – definice sousostí, souřadného systému. Popis procesu určování vzájemných pozic, vzdáleností a úhlů dílů proti sobě
- Zadání samostatné práce – modelace složité sestavy dle dat z výroby (viz obrázek)
- Samostatná tvorba sestavy pomocí CREO parametrik
- Zkouška rozstřelením
- Instalace vytvořených dat do brýlí



Obrázek 16 Ukázka zadané práce

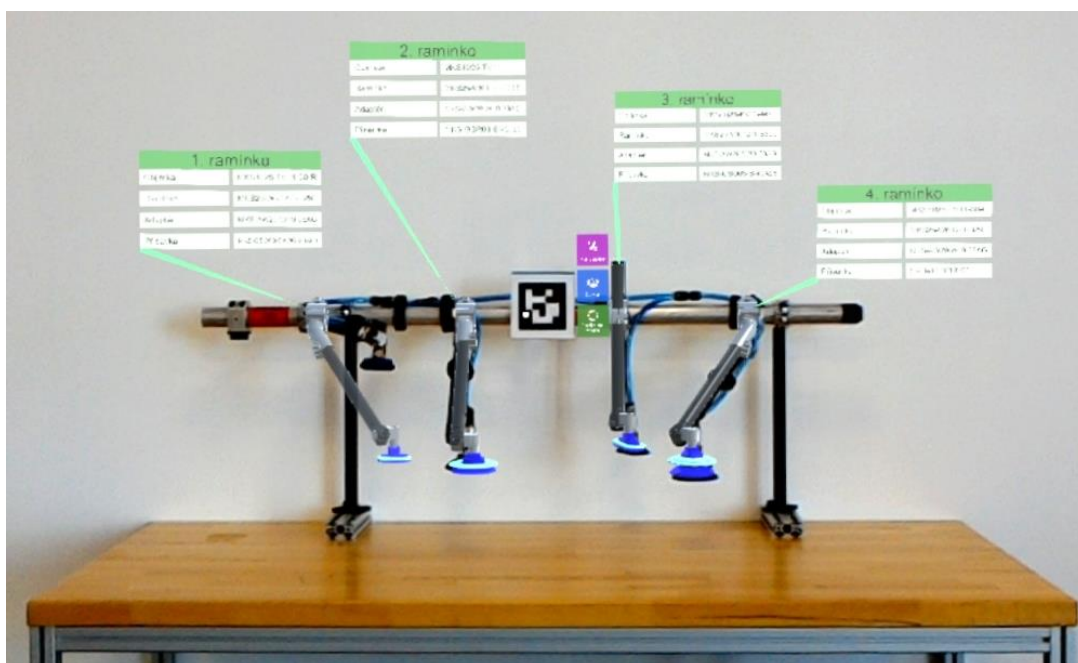
Stavba přísavkového rámu 7. hodina: (praktický výcvik)

Učební pomůcky:

- Brýle Hololens
- Data modelu
- Díly sestavy
- Stojan na přísavkový rám

Časový rozvrh hodiny:

- Práce s brýlemi – výběr dat modelu, jejich spuštění a určení referenčního bodu
- Kompletace modelu za pomoci Hololens
- Kontrola reálného modelu



Obrázek 17 Sestavený model přísavkového rámu

Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval problematikou implementace AR do výuky odborných předmětů na SOUS ŠKODA AUTO a.s.. Provedl jsem analýzu stávající situace, výběr vhodného hardwaru a následně návrh implementace do výuky. V tomto návrhu jsem pak zpracoval kompletní strukturu výuky rozloženou do sedmi vyučovacích hodin.

Bakalářská práce a tento projekt byl brán jako proof of concept pro společnost ŠKODA AUTO. Abychom po zakoupení brýlí mohli provést jejich samotnou implementaci do výuky vybraných odborných předmětů. Následnou analýzou bychom chtěli dokázat jejich celkový přínos a také možnosti dalšího využití. Už teď vidím několik pochybení, která bude nutné v budoucnu napravit. Jedním z nich je například jednorázová možnost využití vyvinuté aplikace. Do této aplikace se nahrají pouze již existující data, která dále nelze aktualizovat. Další neméně důležitou bariérou, která v tomto procesu existuje, je rychlý vývoj komponentů pro rozšířenou realitu, kdy i během psaní této práce se staly vhodnější a v současné chvíli i dostupné brýle Hololens 2, které na začátku ještě nebyly k dispozici, a proto nebyly součástí analýzy.

V současné době ale je zatím několik omezujících faktorů pro jejich plné využití. Hlavními omezujícími faktory jsou váha, zorný úhel výdrž baterií. Zařízení nejsou stále dostatečně lehká na to, aby se s nimi mohlo pracovat na hlavě několik hodin. Také nepasují každému stejně, a proto je omezen i zorný úhel pohledu. Posledním omezujícím faktorem je výdrž baterie. Ten ale není nikterak zásadní, protože díky váze brýlí s nimi nelze pracovat víc než cca 2 hodiny v kuse. Proto je nutné, pečlivě zvažovat na který trénink, nebo školení je vhodné rozšířenou realitu použít. Ve své práci, jsem navrhnul použití rozšířené reality pro výuku oboru Mechanik elektronik. Jsem ale přesvědčený, že by tato metoda výuky byla vhodná i pro mnoho dalších oborů. Jakými jsou např. automechanik, obráběč, truhlář, některé stavební obory.

Zavádění rozšířené reality do samotné výuky má před sebou, dle mého názoru, ještě dlouhou a trnitou cestu, na které, se budeme muset vypořádat s mnoha obtížemi. Těmito obtížemi je myšleno správné nastavení softwaru a následná komunikace jednotlivých aplikací. Je také nutné zapracovat ještě na výpočetním výkonu soustavy tak, aby vše bylo plynulejší a rychlejší a tím se celý proces v rozšířené realitě co co možná nejvíce přibližoval samotné realitě.

Jednou z největších obtíží při nasazování brýlí s rozšířenou realitou je celková cena implementace. Samotné Hololens stojí cca 130 000 Kč, k tomu je však nutné přičíst cenu za vývoj SW v řádech desítek tisíců a další potřebné vybavení, jako je PC, programy, pomůcky a reálné díly. Nákladem na jedny brýle se se tedy můžeme dostat až na neuvěřitelných 300–400 tis. Kč. A to jsou pouze náklady na vybavení jednoho takového pracoviště – jednoho žáka.

Domnívám se, že z pozice studenta MÚVS a lektora ve ŠKODA AUTO, se mi v této práci a v ní provedené analýze podařilo uplatnit veškeré získané poznatky ze studia pedagogiky a didaktiky a cíl zadaný ve své bakalářské práci jsem splnil.

Seznam použité literatury

- ČERNÝ, M. (2014). *12 trendů v české softwarové ekonomice*. Brno: Masaríkova univerzita.
- KALHOUS, Z. O. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál.
- KIPPER, G. R. (2012). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Syngress.
- PETTY, G. (2012). *Moderní vyučování*. Portál.
- SKALKOVÁ, J. (2007). *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada.
- SVOBODA, E. B. (2004). *Kapitoly z didaktiky od-borných předmětů*. Praha: České vysoké učení v Praze.
- VANĚČEK, D. (2011). *Elektronické vzdělávání*. Praha: České vysoké učení technické.
- VANĚČEK, D. a. (2016). *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha 6: České vysoké učení technické.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Pyramida učení podle S. Shapiro (1992)	10
Obrázek 2 Rozdíly mezi rozšířenou, smíšenou a virtuální realitou	12
Obrázek 3 Stroj Sensorama (1962)	13
Obrázek 4 Příklad s head-mounted displejem	14
Obrázek 5 Rozšířená realita v automobilech	16
Obrázek 6 Využití rozšířené reality pro vzdálenou pomoc	17
Obrázek 7 Výběr bot v AR	17
Obrázek 8 Využití AR ve zpravodajství	18
Obrázek 9 Předpověď počasí s využitím AR	18
Obrázek 10 Brýle Microsoft HoloLens 1	25
Obrázek 11 Brýle Meta 2.....	26
Obrázek 12 Brýle Magic Leap One	27
Obrázek 13 Učební osnova IT Mechatronik.....	29
Obrázek 14 Ukázka zadané práce	30
Obrázek 15 Ukázka sestaveného modelu	31
Obrázek 16 Ukázka zadané práce	32
Obrázek 17 Sestavený model přísavkového rámu	33

Seznam tabulek

Tabulka 1 Porovnání parametrů brýlí	28
---	----

