



# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Využití rozšířené reality ve výukovém modulu výrobního systému  
Škoda Auto a.s.

Use of augmented reality in the educational module of the Škoda Auto  
a.s production system.

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Specializace v pedagogice

## **STUDIJNÍ OBOR**

Učitelství praktického vyučování a obd. výcviku

## **VEDOUcí PRÁCE**

Doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.

KRÁL

JOSEF

**2022**



Král, Josef. *Využití rozšířené reality ve výukovém modulu výrobního systému Škoda Auto a.s.* Praha: ČVUT 2022. Bakalářská 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 Mladé Boleslavi dne: 05. 05. 2022

Podpis:

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Král** Jméno: **Josef** Osobní číslo: **492884**  
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**  
Zadávací katedra/ústav: **Institut pedagogických a psychologických studií**  
Studijní program: **Specializace v pedagogice**  
Studijní obor: **Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Využití rozšířené reality ve výukovém modulu výrobního systému Škoda Auto a.s.**

Název bakalářské práce anglicky:

**Use of Augmented Reality in the Educational Module of the Škoda Auto a.s Production System.**

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce má za cíl vytvoření výukového modulu pro pracovníky Škoda Auto a SOU Škoda Auto se zaměřením na efektivitu procesu, Lean principy a metod výrobního systému Škoda v praxi. Dojde ke skloubení praktických činností s možnostmi z průmyslu 4.0 - rozšířená realita. Ve výukové aplikaci bude zakomponován efektivní pracovní postup v rozšířené realitě jakožto didaktický prostředek na zjištění plýtvání v procesu. Studenti a zaměstnanci si osvojí využití a práci s moderními prostředky rozšířené reality v konkrétních podmínkách ve firmě Škoda Auto a.s. Teoretická část bude vypracována dle dostupných a nastudovaných didaktických a odborných materiálů. Bude v ní provedeno základní objasnění pojmů – co je výrobní systém; co je rozšířená realita a její využití v praxi; jaké jsou možnosti plýtvání v procesu, jakým způsobem se projevuje a odstraňuje, formulování východisek pro nasazení rozšířené reality v pracovním procesu. Praktické části práce se budou zaměřovat na popis a návrh výukového programu. Dojde k implementaci optimalizačních metod a rozšířené reality pro tvorbu pracovní návody a její následnou realizaci na speciálně upravené výrobní lince výukového modulu.

Seznam doporučené literatury:

BAUER, Miroslav. KAIZEN - Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě, 2012, 9788026500292  
IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen – řízení a zlepšování kvality na pracovišti, ISBN 80-251-0850-3, Computer press, 2005

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. David Vaněček, Ph.D. Masarykův ústav vyšších studií ČVUT v Praze**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

\_\_\_\_\_

Datum zadání bakalářské práce: **05.01.2022** Termín odevzdání bakalářské práce: **10.05.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.  
podpis děkanky

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## Poděkování

Rád bych tímto poděkoval doc. Ing. Davidovi Vaněčkovi, Ph.D., za metodické vedení a konzultace, které mi při zpracování bakalářské práce poskytoval. Dále děkuji kolegovi panu Bc. Václavu Šáfrovi, za konzultace a podporu při realizaci. V neposlední řadě chci také poděkovat mé rodině, která mě při studiu a zpracování práce podporovala.

# Abstrakt

Tato bakalářská práce má za cíl vytvoření výukového modulu pro pracovníky Škoda Auto a SOU Škoda Auto se zaměřením na efektivitu procesu, Lean principy a metod výrobního systému Škoda v praxi. Dojde ke skloubení praktických činností s možnostmi z průmyslu 4.0 - rozšířená realita. Ve výukové aplikaci bude zakomponován efektivní pracovní postup v rozšířené realitě jakožto didaktický prostředek na zjištění plýtvání v procesu. Studenti a zaměstnanci si osvojí využití a práci s moderními prostředky rozšířené reality v konkrétních podmínkách ve firmě Škoda Auto a.s.

Teoretická část bude vypracována dle dostupných a nastudovaných didaktických a odborných materiálů. Bude v ní provedeno základní objasnění pojmů – co je výrobní systém; co je rozšířená realita a její využití v praxi; jaké jsou možnosti plýtvání v procesu, jakým způsobem se projevuje a odstraňuje, formulování východisek pro nasazení rozšířené reality v pracovním procesu.

Praktické části práce se budou zaměřovat na popis a navržení výukového programu. Dojde k implementaci optimalizačních metod a rozšířené reality pro tvorbu pracovní návodky a její následnou realizaci na speciálně upravené výrobní lince výukového modulu.

## Klíčová slova

Výukový modul, učivo, didaktické zásady, efektivita procesu, rozšířená realita, pracovní postup, autonomní údržba



# Abstract

This bachelor's thesis aims to create a training module for employees of Škoda Auto and the students of the SOU Škoda Auto with a focus on process efficiency, Lean principles and Škoda production system methods in practice. Practical activities will be combined with the element of Industry 4.0 - augmented reality. The education application will incorporate an effective augmented reality workflow as a didactic tool for the identified wastages in the process. Students and employees will master the use and work with modern means of augmented reality under specific conditions in the company Škoda Auto a.s.

The theoretical part will be developed according to available and studied teaching and professional materials. It will explain the concepts - what is the production system; what is augmented reality and its use in practice; what are the possibilities of wastages in the process, how to reveal and eliminate them, formulating the basis for the deployment of augmented reality in the work process.

The practical part of the work will focus on the description and design of the training program. It will outline the implementation of optimization methods and augmented reality for the creation of work instructions and its subsequent realization on a specially adapted production line of the training module.

## Key words

Learning module, curriculum, principles of didactics, process efficiency, augmented reality, work sequence, autonomous maintenance

# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Cíle výuky .....</b>	<b>7</b>
1.1    Taxonomie cílů.....	7
1.1.1    Výukové cíle.....	7
1.1.2    Poznávací cíle .....	8
1.2    Didaktické zásady.....	9
1.2.1    Zásada názornosti.....	9
1.2.2    Zásada spojení teorie s praxí .....	10
1.2.3    Zásada přiměřenosti a individuálního přístupu.....	11
1.2.4    Zásady aktivity a žákovy uvědomělé práce .....	11
1.2.5    Zásada vědeckosti .....	12
1.3    Didaktické metody.....	12
1.3.1    Metody slovní.....	12
1.3.2    Metody názorně demonstrační.....	13
1.3.3    Metody praktické .....	14
1.3.4    Zážitkové učení.....	15
<b>2 Historie a vývoj rozšířené reality .....</b>	<b>16</b>
2.1    Od počátku až po budoucnost.....	16
2.1.1    Počátek AR.....	17
2.1.2    Meziobdobí.....	18
2.1.3    Dnešek.....	19
2.1.4    Budoucnost .....	21
2.2    Druhy realit a jejich využití .....	22
2.2.1    Skutečná realita.....	22
2.2.2    Virtuální realita.....	23
2.2.3    Rozšířená realita .....	23
2.2.4    Průmyslové aplikace pro rozšířenou realitu.....	24
<b>3 Stávající výukový modul.....</b>	<b>25</b>
3.1    Teoretická část výukového modulu – vybrané kapitoly .....	26
3.1.1    Přidaná hodnota a plýtvání .....	26

3.1.2	Plánování výrobku .....	27
3.1.3	Údržba zařízení .....	27
3.1.4	Efektivní výroba a doprava materiálu k lince .....	28
3.2	Praktická část výukového modulu – vybrané kapitoly .....	30
3.2.1	Výroba .....	31
<b>4</b>	<b>Dotazníkové šetření .....</b>	<b>34</b>
4.1	Metodologie výzkumu .....	34
4.2	Zpracování dotazníku.....	34
4.3	Vyhodnocení dotazníkového šetření .....	35
4.4	Závěr šetření .....	41
<b>5</b>	<b>Implementace AR do modulu .....</b>	<b>42</b>
5.1	Pracovní postup v AR.....	43
5.1.1	Časový rozvrh a potřebné zařízení .....	45
5.1.2	SW nastavení lektorem .....	47
5.2	Autonomní údržba v AR.....	49
5.2.1	Postup výuky .....	49
5.2.2	Časový rozvrh a potřebné zařízení .....	51
<b>6</b>	<b>Další rozvíjení AR ve výukového modulu.....</b>	<b>54</b>
6.1	Výhody .....	55
	<b>Závěr .....</b>	<b>56</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>57</b>
	<b>Seznam zdrojů .....</b>	<b>58</b>
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam grafů.....</b>	<b>60</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>61</b>

# Úvod

Strojírenství a zejména automobilový průmysl se neustále vyvíjí. Není to ale jen z hlediska techniky, kterou vidíme na silnicích. Stroje a nové technologie se nám již postupně prolínají do pracovních i mimopracovních životů. Rozšířená realita (AR) je toho příkladem. Nejen, že ji máme skoro všichni po ruce v mobilních telefonech, ale dostává se čím dál víc i do hledáčku automobilových společností jejíž využití najdeme v řadě vozů. Postupně ji najdeme stále více i ve výrobních procesech, kde je či ještě více bude efektivní pomůckou pro jejich zlepšování. Na to, aby byla správně pochopena, uchopena a využita je třeba se také zaměřit. Studenti, noví potenciální zaměstnanci, se s ní budou více seznamovat a budou tak připraveni ji v praxi využít.

V rámci této bakalářské práce se zabývám školícím modulem, který je uzpůsoben z velké části zejména na efektivitu procesu práce. Do tohoto modulu jsem se ale rozhodl zakomponovat i výukové bloky zaměřené na rozšířenou realitu. Žáci, studenti a zaměstnanci by dle mého názoru měli mít možnost se s touto novou technologií řádně seznámit a následně ji aplikovat v praxi. Nejedná se pouze o teoretické znalosti, ale modul je zaměřen hlavně na ty praktické dovednosti v užití pracovní návodky a autonomní údržby zařízení.

V teoretické části bakalářské práce se zabývám definicemi základních pedagogických pojmů v oblasti učiva, taxonomie, metod a principů, které využiji v rámci výukových modulů. Studenti, účastníci školení jsou také seznámeni s historií AR a příklady jejího využití.

Praktická část se zabývá zprvu sběrem dat v rámci dotazníkového šetření, jehož výstup je vcelku jednoznačný. Vyplývá z něho, že v rámci firmy je velký zájem o to, se této nové technologií (AR) přiučit a prakticky si ji vyzkoušet. Dvojice navazujících výukových částí by měla v účastnících tuto potřebu pokrýt. Cílem práce je tedy implementovat brýle s rozšířenou realitou do výukového modulu, který je zaměřen na efektivitu výrobního procesu. Tato práce je psána tak, aby na sebe jednotlivé kapitoly jasně navazovaly a naváděly k realizaci myšlenky využít AR ve výukovém procesu.

V závěru jsem vytvořil časový rozvrh školení s popisem dalších aktivit v rámci rozvoje a dalšího využití AR. Vše níže popsáno je tvořeno s velkým důrazem na spojení teorie s praxí s využitím moderních technologií.

# TEORETICKÁ ČÁST

# 1 Cíle výuky

Cíle výuky můžeme třídit podle různých kritérií. Lze je hierarchicky uspořádat do určitých struktur tzn. podle míry obecnosti, kde je splnění obecnějších cílů podmíněno splněním konkrétnějších dílčích cílů. Hierarchickou strukturu těchto cílů si můžeme představit jako pyramidu, na které jsou jejím vrcholem cíle obecné. V rámci středního odborného vzdělávání se stanovuje obecný cíl „připravit žáka na úspěšný, smysluplný a odpovědný osobní, občanský a profesní život v podmínkách měnícího se světa.“<sup>1</sup>

Cílem výuky popsáním v rámci této bakalářské práce je seznámit pracovníky výroby a studenty s tématem rozšířené reality. Dojde k včlenění dvou výukových modulů do stávajícího modulu, který bude tímto pozměněn a rozšířen. Níže uvedené principy a metody jsou využity v rámci těchto modulů. U účastníků školení dojde k propojení činností na speciálně upravené výrobní lince s technologiemi průmyslu 4.0. Vytvořené moduly jsou koncipovány tak, aby účastníci školení postupovali od nejjednodušších úkonů po ty náročnější. Cílem je výsledně dosáhnout vyšší úrovně osvojení znalostí a dovedností ve spojení s rozšířenou realitou (AR) a výrobním postupem a v druhém případě s AR a autonomní údržbou zařízení. Lektor v rámci výuky respektuje níže uvedené didaktické zásady a metody s propojením zážitkového učení.

## 1.1 Taxonomie cílů

Taxonomie začíná v podstatě určitými hladinami nebo třídami, které jsou nejméně náročné na myšlení, jednání a fyzickou či psychomotorickou činnost. Končí těmi nejnáročnějšími úrovněmi s nejvyšší náročností na myšlení. Pedagog využívá těchto cílů jako pomůcku pro plánování specifických cílů s respektem ke stupňující se náročnosti dalších úkolů.

V rámci praktické části této bakalářské práce se lektor těmito výše zmíněným principům věnuje a proces výuky je tomuto vždy uzpůsoben. Nejdříve dochází k seznámení a objasnění pojmu, následně aplikaci dílčích kroků např. seznámení se základními prvky AR, manipulaci se zařízením a samotné aplikaci postupu v prostředí AR.

### 1.1.1 Výukové cíle

Při pohledu na taxonomii výukových cílů zjistíme, že jak obecné, tak i specifické cíle mohou mít různou úroveň osvojení poznatků, postojů a dovedností. Velmi důležité se ukazují úvahy o úrovni cíle zejména pro další plánování výukového procesu. Praxe nám říká, že je významné aplikovat teoretické dělení cílů zejména podle toho, které oblasti se daného žáka-jeho osobnosti, týkají. Můžeme je rozdělit v podstatě do třech kategorií na poznávací, činnostní a hodnotové. U těchto

---

<sup>1</sup> SVOBODA, Emanuel, BEČKOVÁ, Věra, ŠVERCL, Josef. *Kapitoly z didaktiky odborných předmětů*. Praha České vysoké učení technické v Praze, 2004. ISBN 80-01-02928-X

kategorii uvedu příklady a návaznost na jednotlivé prvky výukového modulu. U první kategorie poznávacích cílů, jež vymezují vědomosti, intelektuální dovednosti a také schopnosti, které si žák musí osvojit dochází k propojení teoretické části modulu obohacené o poznatky a příkladů z praxe. Lektor do výuky zahrnuje příklady z automobilního průmyslu, kterým účastníci kurzu rozumí. Mezi studenty nechává kolovat náhlavní soupravu AR a popisuje její vizualizaci. Cíle činnostní potažmo cíle výcvikové zahrnují intelektuální dovednosti žáku při výcviku. V rámci výcviku, praktických dovedností na speciální upravené výrobní lince dochází k propojení teoretických znalostí s cílem odzkoušení práce s náhlavní soupravou, techniky ovládaní, gesta a vizualizační část pracovního postupu. V rámci hodnotových cílů jakožto třetí skupinou kategorií cílů se setkáme se zejména s osvojováním postojů a tvorbou hodnotové orientace včetně sociálně komunikačních dovedností. Tyto cíle jsou dlouhodobé povahy s přesahem do více předmětů.<sup>2</sup>

Studenti se nejenže seznamují se zařízením v provozu montážní linky, ale dochází u nich k určité automatizaci v ovládaní náhlavní soupravy a kooperaci s ostatními účastníky školení s následnou výměnou jejich zkušeností.

### 1.1.2 Poznávací cíle

Nejnámější taxonomií a jako jedna z prvních je Bloomova taxonomie poznávacích cílů. Obsahuje celkem šest hierarchických úrovní osvojení jejichž uspořádání je založeno na hypotéze nutnosti nejdříve nižší úrovně znalostí a až následně ty vyšší. Vhodné je přirovnání úrovní ke schodům, po kterých musí žák stoupat z důvodu dosažení vyšší úrovně. V Bloomově taxonomii se setkáme se šesti úrovněmi osvojení. Jde o znalost, porozumění, aplikaci, analýzu, syntézu a hodnotící posouzení. Níže je více příplížím v rámci školícího modulu. Na znalostní úrovni po žákovi chceme, aby reprodukoval poznatky, které se naučil. Jsou to zejména znalosti pojmů a jejich využití. K formulaci cílů v této oblasti je typické užívání aktivních sloves. Ve znalostní úrovni žák získá potřebné znalosti z teoretické části školícího modulu. Tyto znalosti jsou validovány prostřednictvím lektora. Žák dokáže popsat AR, vyjmenovat ovládací prvky, určit způsob použití a nastavení, vybrat vhodné procesy pro využití AR v praxi. Na úrovni porozumění již žák dokáže předchozí osvojené poznatky vyjádřit vlastními slovy, umí vystihnout hlavní myšlenku, kterou AR díky své technologii nabízí, dokáže určit vlivy, které vedly k vývoji AR, a uvést vlastní příklady, které tomuto předcházely. Žák je také schopen vidět souvislosti s jinými skutečnostmi – vysvětlit, kde by danou technologii v rámci svého oboru využil a rozebrat také ty situace v různých vizualizačních podobách. Ve třetí úrovni osvojení aplikaci si žák vybavuje nejen informace, ale musí s nimi umět nakládat, jak používat poznatky a v rámci nových situací si vybavovat taková zobecnění, která se vztahují ke splnění úkolu. V této fázi žák využívá speciální výrobní linky v součinnosti s dalšími pracovníky. Vybavuje a využívá poznatků z předchozích osvojení a nově k nim připojuje činnosti s náhlavní soupravou a s postupem pracovního návodu.<sup>2</sup>

---

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

Ve čtvrté úrovni analýzy je požadováno od žáka provádění složitějších myšlenkových operací, umět je rozdělit a objasnit je. Jde tu o aktivity vedoucí např. k odstranění plýtvání na upravené lince v součinnosti s dalšími činnostmi s využitím aplikace AR v procesu výroby. Dochází zde také k analýze, hledání požadovaného řešení, jak danou činnost efektivně provádět, jak ji rozdělit po výrobní lince. Rozlišení faktů a hypotéz je typickým znakem této úrovně. Když se blíže podíváme na pátou úroveň syntézy tak zjistíme, že zde musí žák umět pracovat s poměrně náročnými poznatky a informacemi, které následně spojuje v nový celek. Jde o něco, co v jeho zkušenostech dříve nebylo a vytváří tak něco zcela nového. Vytváří projekt, plán či řeší komplexní úlohy syntetickou metodou. V tomto případě již žák pracuje s poznatky, které se v procesu naučil, objevil je a zavádí je. Jde např. o aktivity vedoucí k optimálnímu rozložení pracovních činností v procesu výroby či v procesu kontroly se zařízením s využitím AR. Plně kooperuje s dalšími studenty a zefektivňuje týmovou spolupráci proces, který s kolegy vytvořili. Jako posledním tématem poznávacích cílů této taxonomie je hodnotící posouzení. Žák je zde kritik možností, obohacuje svůj výběr logickými argumenty a fakty dle kritérií, další procesy zlepšení sám navrhuje a umí je prosadit.<sup>3</sup>

## 1.2 Didaktické zásady

Didaktické zásady jsou obvykle definovány jako jedny z nejobecnějších pravidel, jež je nutné respektovat, pokud chceme, aby byl vzdělávací proces účinný. Tyto zásady jsou v podstatě formulovány na základě dlouhodobých zkušeností, ke kterým se v průběhu vývoje vzdělání dospělo.<sup>4</sup>

Tyto zásady se ale v průběhu času mění. Jsou tu zásady, které ztrácejí během vývoje význam a jiné mění svůj obsah a smysl. Postupem času se tedy vyvíjejí a odrážejí se v nich systém didaktických zásad, které odrážejí základní zákonitosti procesu učení. „*Didaktické zásady představují dynamický systém vědecky zdůvodněných požadavků a pravidel, které odrážejí základní zákonitosti procesu výuky a určují její obsah, organizaci i metodiku realizace ve výchovně-vzdělávací práci.*“<sup>5</sup>

### 1.2.1 Zásada názornosti

Tato zásada je založena na tom, že zkušenost je základním zdrojem poznání. Ve vědomí žáků navazuje konkrétní a jasné představy a na těchto základech pak probíhá zpracování učiva na pojmové úrovni. Žák je schopen tyto názorné představy z poznání předmětů si dobře paměťově fixovat a zlepšit tak úroveň zapamatování. Lektor v procesu školení na názornost klade velký důraz. Studentům názorně demonstruje např. na grafech jak dané techniky, které studenti použili proces

---

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

<sup>4</sup> FILOVÁ, Hana, MAŇÁK, Josef, STRACH, Jiří, ŠIMONÍK, Oldřich, ŠTÁVA Jan, ŠVEC, Vlastimil. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Pedagogická fakulta MU v Brně, 1996. ISBN 80-210-2798-3.

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



zlepšují. Při popisu náhlavní soupravy si studenti mohou danou techniku vyzkoušet. Lektor využívá dynamické projekce – videa, aby studentům více přiblížil daná témata. Když se podíváme blíže na praktickou stránku, tak to znamená v podstatě zapojení co nejvíce smyslů, jedná se zde o tzv. multisenzoriální percepci. Je to z toho důvodu, aby byly tyto představy co nejpřesnější. Je proto i důležité v rámci vyučovacího procesu používat rozmanité učební pomůcky, které zapojení více smyslu podpoří. Studenti mají k dispozici zejména speciálně upravenou výrobní linku, na které si činnosti odzkouší. Využijí náhlavní soupravu, využijí pracovní nářadí a metody, kterými činnosti zefektivňují. Lektor v tomto případě používá zejména příkladů z výrobní praxe, nabízí tak studentům pohled, který neměli možnost zažít, ale ve spojení s názornou ukázkou či příkladem k dané problematice si dokážou tuto situaci představit, zapamatovat a poučit se. Zmiňuje například důležitost pracovní rotace na pracovišti a její vlivy na zdraví zaměstnanců. V zásadě názornosti není ani od věci uvedení příkladu ze života, který svým příběhem žáky zaujme. Zásada názornosti je proto již od dob Komenského tzv. zlatým pravidlem vyučování. Toto pravidlo závisí na tom, jaký názor a slova učitel používá, tak aby usnadnil žákovi vnímání. Toto je důležité zejména z toho důvodu, aby nedocházelo ke zkreslování a úniku od podstatných věcí, které nejsou žáci sami schopni rozlišit.<sup>6</sup>

### 1.2.2 Zásada spojení teorie s praxí

V této zásadě je důležité spojit teoretickou rovinu s tou praktickou. Tento výchovně vzdělávací proces úzce souvisí s aktivitou žáků při vyučování a navazuje na svým obsahem na klasickou filozofickou triádu: „*Manus – Ratio – Oratio (Ruka – Mysl – Pojem)*“, jejímž smyslem je, že teorie nemůže předcházet praxi a slova nemají předcházet poznání a forma nemá předcházet obsahu. *Tento princip je významově provázán s principem spojení školy se životem*“. Dochází tak k prosazování v podstatě požadavku, který směřuje k otevřenosti školy a přípravě žáků pro život, tak aby škola byla součástí celé společnosti.<sup>7</sup>

Ve spojení s výukovým modulem klade lektor důraz na propojení jednotlivých témat, které se účastníci kurzu naučili s aplikováním do praktické části modulu. Teorie přímo navazuje na praxi. Vše, co se pracovníci naučí, tak následně aplikují. Jde např. o výuku a aplikaci optimalizačních metod, efektivitu montážních činností, rozmístění zásob na lince a aplikaci IoT (internetu věcí) do procesu výroby s konečnou implementací AR do výuky.

---

<sup>6</sup> FILOVÁ, Hana, MAŇÁK, Josef, STRACH, Jiří, ŠIMONÍK, Oldřich, ŠTÁVA Jan, ŠVEC, Vlastimil. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Pedagogická fakulta MU v Brně, 1996. ISBN 80-210-2798-3.

<sup>7</sup> FILOVÁ, Hana, MAŇÁK, Josef, STRACH, Jiří, ŠIMONÍK, Oldřich, ŠTÁVA Jan, ŠVEC, Vlastimil. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Pedagogická fakulta MU v Brně, 1996. ISBN 80-210-2798-3.

### 1.2.3 Zásada přiměřenosti a individuálního přístupu

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

Zároveň si připomeňme i citát od J. A. Komenského: *„Proto nesmíme obtěžovat žáka s věcmi, které jsou vzdáleny jeho věku, jeho chápavosti a současného stavu.“*

Jedním ze základních témat v rámci této zásady jsou tedy nereálně stanovené cíle zejména tehdy, pokud jde o kombinaci vysokého tempa výkladu. Tato problematika může u žáků vést až k nezájmu o probírané učivo, ztráty motivace či pocitu žáka, že učivo nemůže zvládnout. Je tedy nutné tomuto předejít a k žákům přistupovat přiměřeně, žáky nepřeceňovat, ale ani je nepodceňovat. Je také důležité postupně a soustavně zvyšovat nároky žáků na jejich výkon. Zabývat se i tématem přiměřené náročnosti a chtít po žácích kvalitní výsledky jejich práce.<sup>9</sup>

Lektor tuto zásadu ve školícím modulu aplikuje zejména při vysvětlování procesu zlepšování, u něhož je důležité dokonale pochopit myšlenku. Ověření znalostí přijde záhy samostatnou prací s kolegy s navrhováním variant zlepšení. U výukového modulu AR dochází v podstatě k individualizaci celého postupu, jelikož je výuka uzpůsobena pro každého studenta. Po dostatečné proškolení na danou techniku je schopen žák pracovat samostatně dle pokynu v brýlích AR.

### 1.2.4 Zásady aktivity a žákovy uvědomělé práce

Důležité je, aby žák porozuměl tomu, co se učí a zejména proč se danou věc učí. Je tedy nutné, aby znal smysl činnosti, kterou vykonává či bude vykonávat. Pokud tento princip učitel nezachová tak se vzdělání stává málo použitelné a reprodukce pouček, které se žák naučí není schopen následně využít v praxi. Žáka je tedy třeba motivovat, což přispívá k osobnímu přijetí výukového cíle a usnadní tak žákovo učení. Lektor využívá k motivaci zejména příklady z praxe a zážitkového učení. Školící modul je účastníkům školení komunikován tak, jako by byli skuteční majitelé provozu, procesu, kde se vyrábí žádaný výrobek. Důležité u této metody je nevytrhávání kontextu, a to zejména z toho důvodu, aby se žáci nemuseli učit izolované poznatky, které následně rychle zapomenou. Vhodné je tedy důsledně využívat spojení teorie s praxí s vhodnými vyučovacími metodami.<sup>10</sup>

Koncepčně je způsob výuky realizován tak, že vše, co se studenti v teoretické části naučí, tak využijí ten samý den v části praktické. Tímto způsobem dojde k upevnění znalostí a dovedností s absencí nevytržení výkladu z kontextu. Pochopení výuky daného tématu je ověřováno lektorem s dotazy na konkrétní činnosti, které se chystají v procesu výroby změnit a proč je chtějí změnit.

---

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

<sup>9</sup> VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

<sup>10</sup> FILOVÁ, Hana, MAŇÁK, Josef, STRACH, Jiří, ŠIMONÍK, Oldřich, ŠTÁVA Jan, ŠVEC, Vlastimil. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Pedagogická fakulta MU v Brně, 1996. ISBN 80-210-2798-3.

## 1.2.5 Zásada vědeckosti

V poslední zásadě, kterou zde chci uvést je vhodné udržování úzkého kontaktu s vědeckými disciplínami, a pokud možno celoživotně. Rozumíme tím v podstatě požadavek na to, aby dosažené poznatky technické a pedagogické vědy byly v souladu s obsahem vzdělání. S touto zásadou je úzce spojená aktualizace učiva. Jako důležité zde ještě uvedu, že je vhodné také vědecky zdůvodňovat to, co učitel učí, včetně zařazování nejnovějších poznatků vědy. Pokud před žáka postavíme určité technologické zákonitosti, např. nějaký technologický modul výrobní linky, které je nutné zdůvodnit, tak je nutné, aby žák chápal zákonitosti a struktury studovaného dílu či obecného předmětu. Mluvíme o podstatě a hloubce učiva a stejně tak i o žákově motivaci.<sup>11</sup>

Tím, že žákům podáváme skutečné vědecké poznatky na úrovni současné vědy a učíme je, jak studovat problematiku vědecky zdůvodněnými metodami, vytváříme u nich základy správného myšlení a chování.<sup>12</sup>

Jedním z cílů výuky je seznámení žáků s moderními technologiemi. Lektor formou výkladu a názorných ukázek studentům předává znalosti o IoT prvcích a možnostech průmyslu 4.0. Vyzdvihuje zejména problematiku AR v procesu výroby. Studenti se začlení do tohoto procesu vzdělávání a praktickou zkouškou si osvojí získané znalosti o těchto technologiích.

## 1.3 Didaktické metody

*„Výuková metoda je neadekvátnějším operativním nástrojem učitele, protože zajišťuje a zprostředkovává dosažení edukačních cílů. Přísluší jí také funkce realizátora a také nositele pro osvojení obsahů výuky. Výukové metody určitým způsobem transportují, zprostředkovávají žákům učivo a umožňují jim poznávat a chápat obklopující je realitu, v níž žijí a která se postupně stává dějištěm jejich občanských profesí a aktivit. V této souvislosti vystupuje do popředí vztah metody k obsahu výuky a k cílům, k nimž edukační proces směřuje.“<sup>13</sup>*

### 1.3.1 Metody slovní

V této kapitole se blíže podíváme na metodu slovní. Jedná se o klasickou výukovou metodu, kterou můžeme rozdělit do čtyř skupin. Přičemž jako první z nich je metoda monologická. Realizuje se prostřednictvím přednášky, výkladu, vyprávění, instruktáží a také vysvětlováním. Jako druhou můžeme využít metodu dialogickou, u které se setkáme s formou rozhovoru a diskuse včetně využití dramatizace. Rámcově třetí metoda je písemných prací a toto dělení uzavřeme čtvrtou skupinou metody práce s učebnicí nebo knihou (textem).<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.

<sup>12</sup> DRAHOVZDAL, Jan a kol. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Paido 1997. ISBN 80-85931-35-4.

<sup>13</sup> MAŇÁK, Josef, ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Paido: Brno 2003. ISBN 80-7315-039-5

<sup>14</sup> VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana, *Pedagogika pro učitele*. Grada 2011. ISBN 978-80-247-7840-2

Ve spojitosti s programem výuky jsou studentům zejména v teoretické části modulu předávány informace metodou slovní monologickou, zejména ve formě výkladu učiva. Lektor také vysvětluje a popisuje složitější problematiku např. OEE (efektivita strojního zařízení a jejich dopadů). Vždy před tímto vysvětlením či výkladem motivuje studenty tím, kde tyto znalosti na pracovišti mohou využít. Dojde tak k aktivaci posluchačů a zájem o dané téma.

V podstatě u každé komunikace nacházíme předpoklad určité interakční vazby. Je zřejmé, že tento vztah nejen zprostředkovatelem daných informací, ale je také schopen vyvolávat v žácích i chování. Důležitý je mezilidský kontext, ve kterém můžeme chování a komunikaci plně porozumět s vhodnou motivací. Tento kontext se projevuje i ve školních procesech a situacích. Ke zvýšení komunikačních schopností přispívá znalost rétoriky. V rámci budoucího uplatnění žáků si škola ve svém moderní pojetí čím dál více uvědomuje význam jazykové komunikace. Důležité je, aby žák uměl správně formulovat a také vysvětlovat své postoje a diskutovat o nich.<sup>15</sup>

Po ukončení výukového bloku lektor směřuje otázky na probranou látku do pléna. Využívá dialogu s žáky na danou problematiku a ověřuje si tak zpětnou vazbou pochopení látky. Nechá žáky vysvětlit téma svými slovy s využitím didaktických prostředků používaných lektorem. Závěrem lektor provede celkové shrnutí s návazností na tréninkovou výrobní linku.

### 1.3.2 Metody názorně demonstrační

U těchto metod se jedná o přímé pozorování předmětů nebo jevů. Můžeme je v podstatě rozdělit do tří skupin, kde první z nich je obecné pozorování předmětů a jevů. Další skupina je prostá demonstrace ve smyslu předvádění zejména činností včetně pokusů ale také obrazů a předmětů. V neposlední řadě se setkáváme s metodou projekce statickou a dynamickou.<sup>16</sup>

Při pohledu do výukového modulu se s těmito metodami také setkáme. Jsou jedny z nejdůležitějších v rámci dané výuky. Lektor při tréninku praktických dovedností nejprve žákům vysvětluje procesy na daném zařízení, dále probíhá popis principu funkce. Studenti sledují to, co předvádí sám lektor. Jako příklad uvádím správné nasazení náhlavní soupravy a její spuštění. Vizualizace probíhá žákům přes velký monitor, kde je vidět uživatelské rozhraní. Výsledně dochází k představení vlastních činností montáže dílů či kontrolního postupu. Všichni žáci jsou vyzváni ať si dané prostředky vyzkouší a zapojí se do procesu výroby či kontroly. Žáci tak získají zábavnou formou potřebné znalosti včetně psychomotorických dovedností. Dochází tak k zapojení polysenzorického vnímání.

Tyto metody jsou schopny realizovat přímý a rychlý přenos poznatků. Jejich hlavní předností je, že jsou univerzální cestou pro všechny druhy zkušeností. Při pohledu do minulosti zjistíme že nejstarší zprávy o lidských dějinách jsou obrazy a kresby, tedy povahově byly vizuálními informacemi. V rámci moderní výuky ty metody nemohou chybět a jdou v ruku v ruce s metodami slovními, jedná se tak o komplexní systém integrace člověka. Vhodné je zde uvést zlaté pravidlo učitelů na téma polysenzorického vnímání od J.A. Komenského popsáno v knize Velká didaktika XX kapitole,

---

<sup>15</sup> MAŇÁK, Josef, ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Paido: Brno 2003. ISBN 80-7315-039-5.

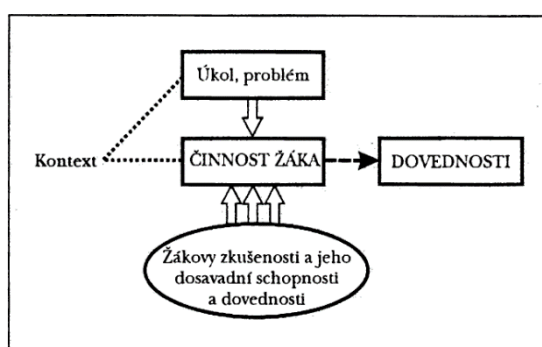
<sup>16</sup> VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana, *Pedagogika pro učitele*. Grada 2011. ISBN 978-80-247-7840-2

„Proto budiž učitelům zlatým pravidlem, aby všechno bylo předváděno všem smyslům, kolika možno. Totiž věci viditelné zraku, slyšitelné sluchu, vonné čichu, chutnatelné chuti a hmatatelné hmatu; a může-li něco být vnímáno najednou více smysly, budiž to předváděno více smyslům“. V rámci výuky dochází k využití co nejvíce stupňů názornosti. Důvodem je jejich odraz ve vzestupné linii vzdělávacího procesu a to tak, že od konkrétního k abstraktnímu, ale také i od empirického kontaktu s danou realitou k jejímu teoretickému uchopení.<sup>17</sup>

### 1.3.3 Metody praktické

U metod praktických se setkáváme zejména s nácvikem pohybových a praktických dovedností žáků zvláště pak v pracovní činnosti na speciální výukové lince. Zajímají nás tu také žákovy pokusy, které provádí.<sup>18</sup>

Obr.1: Model utváření dovednosti



Zdroj: Výukové metody (2003)

Hlavním motem těchto metod by mohla být stará antická teze: Učíme se nikoli pro školu, ale pro život. Dnešní děti vyrůstají v době, ve které je nutné reagovat na posílení jejich praktických aktivit. V žácích je třeba aktivovat více příležitostí k vlastní zkušenosti a nespoléhat se jen teoretický charakter výuky. Východiskem je apel na rozvoj psychomotorických a motorických dovedností a následnému tvoření materiálních produktů. Dovednosti se utvářejí a zejména se zdokonalují v čase. Žák, který postupně praktické zkušenosti získává, nabývá je, zamýšlí se nad nimi, a to mu v určitém časovém horizontu umožňuje pochopit danou činnost a zdokonalovat ji.<sup>19</sup>

Vzdělávací modul výrobní linky s integrací procesů rozšířené reality plně aplikuje tuto metodu. Praktická metoda je jedním z cílů tohoto modulu. Po studentech je chtěno naučit se poznatky efektivity výroby ve spojení s AR a následně je aplikovat do praxe. Studenti si ve výuce procvičí motoriku v ovládnání náhlavní soupravy a jemnou motoriku při sestavování dílů. Dochází také k nutnému zamýšlení nad realizací přestaveb linky, objasnění důvodů přeuspořádání pracovišť a nacházení řešení na objevené plýtvání v procesu.

<sup>17</sup> MAŇÁK, Josef, ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Paido: Brno 2003. ISBN 80-7315-039-5

<sup>18</sup> VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana, *Pedagogika pro učitele*. Grada 2011. ISBN 978-80-247-7840-2

<sup>19</sup> MAŇÁK, Josef, ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Paido: Brno 2003. ISBN 80-7315-039-5

### 1.3.4 Zážitkové učení

V poslední kapitole využitých metod integrovaných do školícího modulu je zážitkové učení. Student si z výuky odnáší zážitky. Jednak v podobě představy vlastní firmy, úspěchů, které se podaří jejím zefektivňováním, tak i integrací prvků AR, které jsou zahrnuty do výuky. Zmíněné činnosti jsou pro žáky atraktivním zpestřením. Zájem o prvky AR vyplynul z dotazníkového šetření, které jsem na toto téma provedl. Do výukového modulu je tato technologie vhodně integrována a navazuje tak plynule na proces výuky.

Podle Vetešky (2016) se jedná o nový trend v oblasti vzdělávání, a to zejména v rámci podnikového vzdělávání. Má podobu skupinového tréninku nebo hry. Je založeno na upevňování týmového ducha a kreativity účastníků. Zážitkové učení klade velký důraz na aktivitu účastníků, osobní zodpovědnost a skupinovou práci. Dalším pozitivem, které zde najdeme je prolomení mezigeneračních bariér, jelikož se v rámci tohoto vzdělávání setkává více generací, což můžeme pozorovat zejména ve firmách, kde se na kurzy přihlašují zaměstnanci např. od 20 do 60 let věku. Uplatňují se při něm tak nově získané sociální role a dochází k objevování netradičních řešení. Určitým zážitkovým učením může být i Augmented learning, které vychází z toho, že jedinec v určitou dobu a místě žádá o informace, které jsou mu prostřednictvím technologie poskytnuty. Tato technologie má do budoucna velký potenciál, a to jednak v sebevzdělávání, ale i ve firemním vzdělávání. Příklady těchto učebních metod:

- „Informace či kurzy generované na základě QR kódu“
- „Informace nebo kurzy generované na základě GPS souřadnic“
- „Informace či kurzy generované na základě objektů“

V rámci firemního vzdělávání se můžeme setkat i se sestavením kurzu přímo na míru zaměstnanců, které vychází zejména z potřeb podniku. „Vytvoří se společná cesta zaměřená na získání znalostí či kompetencí a milníky, které musí zaměstnanec zdárně překonat. Je to vlastně jakýmsi mixem všech dostupných technologií a metod, které jsou však systematicky sestaveny tak, aby na sebe navazovaly a umožnily dosáhnout cíle.“<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> VETEŠKA, Jaroslav. *Přehled Andragogiky: úvod do studia vzdělávání a učení se dospělých*. Portál: Praha 2016. ISBN 978-80-262-1026-9

## 2 Historie a vývoj rozšířené reality

Rozšířená realita je v podstatě integrace digitálních informací s prostředím uživatele v reálném čase. Jinými slovy je to vylepšená verze skutečného fyzického světa, které je dosaženo pomocí digitálních vizuálních prvků, zvuku nebo jiných smyslových podnětů dodávaných prostřednictvím technologie. Na rozdíl od virtuální reality, která vytváří naprosto umělé prostředí, rozšířená realita využívá stávající prostředí a překrývá ho novými informacemi. Jedním z primárních cílů rozšířené reality je zejména zvýraznit specifické rysy fyzického světa. Dalším cílem je také zlepšit porozumění těmto funkcím a odvodit z nich inteligentní a dostupné poznatky. Tyto poznatky lze následně aplikovat na vizualizace v reálném světě. Můžeme zde pozorovat rostoucí trend mezi společnostmi zabývajících se zejména mobilními aplikacemi. Aplikace pro rozšířenou realitu jsou napsány ve speciálních 3D programech, které umožňují vývojářům projít animace nebo digitální informace v rámci počítačového programu s tématem rozšířené reality v reálném světě.<sup>21</sup>

### 2.1 Od počátku až po budoucnost

V této sekci bych rád nastínil v podstatě časovou osu vývoje rozšířené reality. Jedná se zde o souhrn toho nejdůležitějšího, co rozšířenou realitu provází „jejím životem“ a co ji v blízké budoucnosti ještě čeká. V dalších kapitolách se u několika faktů zastavíme a podíváme se na ně ve větším detailu.

**1968** – Vznikl prvního zařízení-Damoklův meč.

**1975** – Došlo k založení laboratoře umělé reality s názvem Videoplace zakladatelem Myron Krueger

**1990** – Bývalý výzkumník firmy Boeing, Thomas P Caudell poprvé zavedl termín „rozšířená realita“.

**1992** – Ve výzkumné laboratoři amerického letectva byl vyvinut plně pohlcující systém AR.

**1994** – Uvedení první divadelní inscenace v AR s názvem ‚Dancing in Cyberspace‘ od Julie Martin.

**1998** – NASA začala používat AR v praktické polní navigaci v kosmické lodi.

**2005** – Firmou Nokia byla představena hra založená na AR, hra pro dva hráče AR Tennis.

**2008** – Automobilka BMW spustila tištěné reklamy založené na AR.

**2009** – SW v programu Adobe Flash byl zpřístupněn webový návrhářský nástroj ARToolkit.

**2010** – Microsoft představil vstupní zařízení pro snímání pohybu Kinect

**2013** – Automobilová společnost VW spustila systém podpory služeb AR s názvem MARTA

**2013** – Tohoto roku začala společnost Google prodávat prototyp brýlí pro AR Google Glass.

**2014** – Společnost Google spustila počítačovou platformu AR s názvem Tango.

**2015** – Microsoft oznamuje vývoj headset HoloLens, prodávat ho začal o rok později

**2016** – Spuštění celosvětově proslulé hry Pokémon Go od firem Niantic a Nintendo.

**2016** – Firma Snap představila své chytré brýle, prodávané jako Spectacles.

**2017** – Společnost Apple představila ARKit pro iOS zařízení.

**2017** – Spol. Facebook spouští známou platformu Camera Effects s pozdějším názvem Spark AR.

---

<sup>21</sup> Zdroj dostupný z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozšířená\\_realita](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozšířená_realita)

**2018** – Google představuje sadu ARCore pro zařízení Android.

**2018** – Bylo možné zakoupit AR brýle s názvem Magic Leap's Magic Leap One

**2019** – Tohoto roku společnost Microsoft představila headset Hololens 2.

**2022** – Tento rok se očekává, že společnost Apple uvede na trh vlastní AR headsety, po kterých budou následovat chytré brýle.

**2025** – Tohoto roku se očekává, že se do popředí dostanou zkušenosti, které jsou založené na AR cloud, podporované sítěmi 5G.

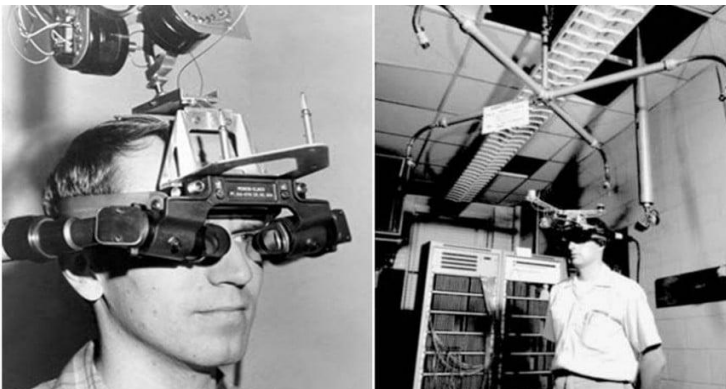
**2030** – Hodnota AR bude mít podle předpovědi GlobalData cenu 76 miliard dolarů.

Zdroj dostupný z: <https://www.bing.com/images/search?q=history+of+augmented+reality+timeline>.

### 2.1.1 Počátek AR

Technologie rozšířené/virtuální reality byla vynalezena v roce 1968 Ivanem Sutherlandem s pomocí svého studenta Boba Sproulla. Profesor Sutherland z Harvardu byl počítačový vědec a průkopník. Musím zde pro upřesnění uvést, že technicky byl termín „rozšířená realita“ vytvořen mnohem později, v roce 1990 Thomasem P Caudellem z Boeingu. Nicméně profesor Sutherland vyvinul první zobrazovací systém namontovaný na hlavě, pojmenoval ho „Damoklův meč“. Uživatel tak mohl poprvé zažít počítačově generovanou grafiku, která zlepšila jeho smyslové vnímání světa. Zároveň tak byl světu představen hardware, na který se bude AR spoléhat po většinu 20. století. Sutherland tedy vynalezl náhlavní displej, který fungoval jako první okno do virtuálního světa. Tato technologie a použité zařízení ale tehdy prakticky znemožňovaly masové využití vynálezu z důvodu nepřenositelnosti přístroje. Zařízení bylo extrémně nepohodlné na nošení a bylo velmi nepraktické.<sup>22</sup>

Obr.2. Damoklův meč



Zdroj: [wiki/Ivan\\_Sutherland](https://en.wikipedia.org/wiki/Ivan_Sutherland)

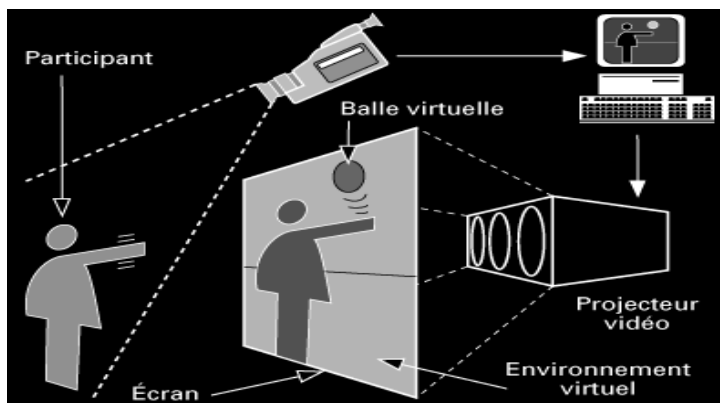
---

<sup>22</sup> Zdroj dostupný z [https://en.wikipedia.org/wiki/Ivan\\_Sutherland](https://en.wikipedia.org/wiki/Ivan_Sutherland)



Dalším milníkem, který bych zde chtěl uvést a který posouvá historicky AR dopředu bylo zřízení laboratoře umělé reality Videoplace M. Kruegerem.<sup>23</sup>

Obr.3. Princip studia umělé reality od Myrona Krugera



Zdroj: wiki/Myron\_W.\_Krueger

Laboratoř byla unikátní v tom, že místo vytváření uměleckého díla, které si chcete prohlédnout, vytvořil Krueger pro účastníky potenciál pro interakci s médii, aby se sami zapojili do tvorby umění. Laboratoř se skládala ze dvou místností, které mohly být ve stejné budově nebo na druhé straně planety. Když účastník vstoupil, okamžitě viděl, jak se jeho osoba promítala na plátno před sebou, stejně jako projekce kohokoli v druhé místnosti. Oba účastníci viděli stejný obrázek, a navíc mohli se svým obrázkem pohybovat na obrazovce včetně interakce s obrázkem ostatních účastníků a objektů.<sup>24</sup>

## 2.1.2 Meziobdobí

Záměrně do kapitoly meziobdobí volím zástupce z roku 2013, neboť si myslím, že tímto počínem společnosti Google se začala psát budoucnost rozšířené reality. V tomto roce tedy začala společnost Google prodávat prototyp brýlí pro AR Google Glass v USA dne 15. dubna 2013 po omezenou dobu za 1 500 USD, než byl 15. května 2014 zpřístupněn veřejnosti. Brýle měly integrovanou 5megapixelovou kameru/720p videokameru. Touchpad brýlí byl umístěn na boční straně a umožňoval uživatelům ovládat zařízení přejetími přes rozhraní podobné časové ose zobrazené na obrazovce. Posunutím dozadu došlo k zobrazení aktuální události např. počasí. Posunutím dopředu došlo k zobrazení minulé události např. telefonní hovorů a fotografií. Prototypová verze těchto brýlí používala tekuté krystaly křemíku, sekvenční barevný systém, LED podsvícený displej. Aplikaci si společnost vyvinula sama a byla bezplatná.<sup>25</sup>

<sup>23</sup> Zdroj dostupný z <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html>

<sup>24</sup> Zdroj dostupný z [https://en.wikipedia.org/wiki/Myron\\_W.\\_Krueger](https://en.wikipedia.org/wiki/Myron_W._Krueger)

<sup>25</sup> Zdroj dostupný z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Google\\_Glass](https://cs.wikipedia.org/wiki/Google_Glass)

Obr.4. Brýle pro rozšířenou realitu Google Glass



Zdroj: Google

Obr.5. Google Glass s uživatelem



Zdroj: Google

Náhlavní souprava čelila ale velké kritice kvůli obavám, že by její použití mohlo porušovat stávající zákony na ochranu soukromí.

### 2.1.3 Dnešek

Pro aktuální období jsem zvolil společnost Microsoft a její představení headsetu HoloLens 2 v roce 2019. Tento headset považuji za jeden z nejlepších na trhu. V rámci praktické části bakalářské práce tyto brýle použiji pro realizaci výukového modulu. Nová náhlavní souprava Microsoft HoloLens 2, chytré brýle se smíšenou realitou vypadají elegantněji, pohodlněji a výkonněji než první generace HoloLens, která debutovala v roce 2016. Nejpodstatnější ale je, že, HoloLens 2 mají mnohem širší zorné pole – více než dvojnásobek, který měl předchozí model. Kromě vylepšeného hardwaru nabízejí binokulární chytré brýle 2k rozlišení obrazovky, výklopný displej a rozpoznávání gest pro ovládní. Díky této technologii může uživatel pracovat s 3D objekty v prostoru. Celková odolnost není však tak vysoká, jako u jiných brýlí. Brýle jsou vhodné zejména pro vizualizace a trénink, kde je nutná či možná práce s 3D daty. Brýle dosahují zlepšeného pohodlí při nošení díky nové konstrukci z uhlíkových vláken, která je lehčí což uživatel ocení při dlouhodobém nošení. Pásek náhlavní soupravy byl navíc kalibrován tak, aby lépe vyvážil váhu všech částí a efektivně ji rozložil na hlavu uživatele.<sup>26</sup>

Obr.6. náhlavní souprava HoloLens 2



Zdroj: Microsoft.com

---

<sup>26</sup> Zdroj dostupný z <https://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware>

## Technické specifikace brýlí Microsoft HoloLens 2

Tabulka č.1: Technické specifikace Microsoft HoloLens 2

<b>Displej</b>	
Optika	Průhledné holografické čočky (vlnovody)
Rozlišení	Světelné moduly 2k 3:2
Holografická hustota	>2500 radiantů (světelných bodů na radián)
Vykreslování podle polohy oka	Optimalizace zobrazení na základě 3D polohy oka
<b>Snímače</b>	
Sledování hlavy	4 kamery viditelného světla
Sledování očí	2 infračervené kamery
Hloubka	1MP hloubkový senzor Time-of-Flight
Jednotky pro interciální měření (IMU)	Akcelerometr, gyroskop, magnetometr
Kamera	Snímky v rozlišení 8MP, video v rozlišení 1080p30
<b>Zvuk a řeč</b>	
Mikrofonní pole	5 kanálů
Reproduktory	Vestavěný prostorový zvuk
<b>Vnímání uživatele</b>	
Sledování rukou	Plně článkovaný model zahrnující obě ruce, přímá manipulace
Sledování očí	Sledování v reálném čase
Hlas	Příkazy a ovládání přímo na zařízení, přirozený jazyk při připojení k internetu
Windows Hello	Zabezpečení na podnikové úrovni s rozpoznáváním duhovky
<b>Vnímání prostředí</b>	
Sledování 6DoF	Sledování pozice ve světovém měřítku
Prostorové mapování	Mřížka prostředí v reálném čase
Zaznamenávání hybridní reality	Fotografie a videa kombinace hologramů a fyzického prostředí
<b>Výpočetní výkon a připojení</b>	
SOC (System On a Chip)	Výpočetní platforma Qualcomm Snapdragon 850
HPU	Speciálně navržená holografická výčetní jednotka druhé generace
Paměť	4GB systémová DRAM LPDDR4x
Úložiště dat	64GB UFS 2.1
Wi-Fi	Wi-Fi: Wi-Fi 5 (802.11ac 2x2)
Bluetooth	5
USB	USB Type-C
<b>Uchycení</b>	
Jedna velikost	Ano
Nasazení přes brýle	Ano
Hmotnost	566 g
<b>Software</b>	
Holografický operační systém	Windows
Microsoft Edge	
Dynamics 365 Remote Assist	
Dynamics 365 Guides	

3D prohlížeč	
<b>Výkon</b>	
Výdrž baterie	2–3 hodiny aktivního používání
Nabíjení	USB-PD pro rychlé nabíjení
Chlazení	Pasivní (bez ventilátorů)

Zdroj: [www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware](http://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware), vlastní úprava

Ze zdroje Microsoft.com vyplývá, že „během pokusu dosáhl student v laboratoři HoloLens o 50 % lepší skóre ve srovnání se zbytkem třídy, jednalo se o třídu lékařské fakulty. Studenti se pomocí těchto brýlí učí rychleji a lépe si uchovávají znalosti“ (Mark Griswold Professor at Case Western Reserve University).

Obr.7. Vizualizace pracovních činností v AR



Zdroj: [www.microsoft.com/en-us/hololens/industry-manufacturing](http://www.microsoft.com/en-us/hololens/industry-manufacturing)

## 2.1.4 Budoucnost

Pojďme se podívat na to zdánlivě nejjednodušší, a to na mobilní rozšířenou realitu. Jako taková má mnoho jednoznačných výhod, díky kterým je středem velké části pozornosti této technologie. Mnoho uživatelů již vlastní smartphone s podporou AR, takže není třeba, aby se snažili získat drahý a objemný headset. Mobilní zařízení jsou ze své podstaty velmi přenosná a lze je snadno přenést téměř do jakéhokoli prostoru. Mířím na to, že tento způsob využívání AR bude zřejmě v budoucnu nejčastější. Postupným vzestupem technologií, jako jsou antény Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi RTT a ultra širokopásmové připojení (UWB), dojde k podstatnému zlepšení navigace v AR. Ta bude mnohem životaschopnější než v předchozích letech. Jednou z nejužitečnějších aplikací této technologie je zobrazení směrů prostřednictvím AR ve velkých vnitřních prostorech, jako jsou distribuční centra, nákupní centra, budovy a letiště. Když se podíváme na budoucnost náhlavní soupravy od společnosti Microsoft myšleno výrobek HoloLens 2 pro smíšenou realitu tak už teď se používá v armádě a u lékařů pro operace a školení.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Zdroj dostupný z <https://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware>

Syntetické tréninkové prostředí (STE) používané americkou armádou využívá AR a VR k ponoření vojáků a simulaci různých scénářů. Australští letečtí technici nyní používají Microsoft HoloLens se softwarem vyvinutým společností Boeing k údržbě letadel. S touto technologií, určenou jako efektivní výukový prostředek se budeme setkávat určitě více jelikož AR ve vzdělávání zjednodušuje vnímání informací a využívá technologie, které umožňují učitelům demonstrovat virtuální příklady a gamifikovat proces učení. Jako přínos to hodnotíme v podstatě již dnes a v budoucnu se s tímto budeme setkávat ještě ve větší míře. Novými systémy a aplikacemi dojde k větší aktivaci a zapojení studentů, proces zvládnutí učiva bude ještě více urychlen. Například aplikace založené na rozšířené realitě mohou studentům také poskytnout přístup k jedinečným výukovým prostředím, které je obtížné nebo dokonce nebezpečné zažít v reálném životě bez řádné přípravy. Některé aplikace například pomáhají studentům medicíny dozvědět se více o lidské anatomii prostřednictvím AR vizualizace a 3D modelů včetně možnosti simulovat operace.<sup>28</sup>

Obr.8. HoloLens 2 při výuce



Zdroj: Microsoft.com

## 2.2 Druhy realit a jejich využití

Níže, v uvedených kapitolách, se blíže seznámíme s jednotlivými typy realit a jejich využití zejména v průmyslovém odvětví. Reálné využití rozšířené reality se bude následně zrcadlit v praktické části bakalářské práce.

### 2.2.1 Skutečná realita

Jedná se o prostředí kolem nás. Vše, co nás obklopuje. Je to to, co vnímáme, kde se nacházíme a pohybujeme se. Je to něco, na co si můžeme sáhnout, co můžeme cítit, reálně vidět a čím jsme si jistí. Je to skutečnost, realita.

---

<sup>28</sup> Zdroj dostupný z <https://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware>

## 2.2.2 Virtuální realita

Virtuální realita (VR) je technologie, která poskytuje téměř skutečné či uvěřitelné zážitky syntetickým nebo virtuálním způsobem. Je to tedy počítačově generované prostředí se scénami a objekty, které se zdají být skutečné, takže uživatel má pocit, že je ponořen do svého okolí. Toto prostředí je vnímáno prostřednictvím zařízení známého jako náhlavní souprava pro virtuální realitu. VR nám jejím prostřednictvím umožňuje ponořit se do videoher, jako bychom byli například jednou z postav. Na druhé straně díky této technologii je možné se i naučit provádět operace srdce nebo zlepšit kvalitu sportovního tréninku pro maximalizaci výkonu. Technologie VR zcela ponoří uživatele do syntetického prostředí. Když je uživatel takto ponořen, nemůže vidět skutečný svět kolem sebe. V dnešní době si trh žádá aplikace, které přesahují rámec volného času, turistiky nebo marketingu a jsou pro uživatele dostupnější, než tomu bylo dříve. Uvedu zde ještě konkrétní věc, na které by bylo vhodné dále pracovat s cílem minimalizovat účinky, které VR u lidí vyvolává, mezi něž patří kinetóza, která vyvolává závratě vyvolané nesouladem mezi pohybem našeho těla a tím, co je vidět ve virtuálním světě.<sup>29</sup>

## 2.2.3 Rozšířená realita

Rozšířená realita (AR) je systém, který vylepšuje skutečný svět tím, že na něj překrývá počítačově generované informace. Tento objekt zasazený do reálného světa lze poté pozorovat pomocí obrazovky daného zařízení. Tuto technologii dnes již podporuje většina chytrých telefonů a obecně kamer. Rozšířenou realitu definujeme také jako interaktivní zážitek z prostředí reálného světa, kde jsou objekty, které se nacházejí v reálném světě, vylepšeny počítačově generovanými percepčními informacemi. Je to systém, který v sobě zahrnuje tři základní vlastnosti:

- kombinace reálného a virtuálního světa
- interakce v reálném čase
- přesná 3D registrace virtuálních a reálných objektů

Překryté senzorické informace mohou být konstruktivní (tj. aditivní k přirozenému prostředí), či destruktivní (tj. maskování přirozeného prostředí). Vše je plynule propojeno s fyzickým světem.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Zdroj: dostupné z <https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality>

<sup>30</sup> Zdroj dostupný z [https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_reality](https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality)

## 2.2.4 Průmyslové aplikace pro rozšířenou realitu

Pokud se zaměříme na návrh a vývoj produktu, tak zjistíme, že koncepce a prototypování mohou být časově náročné a náročné na zdroje. Za použití AR mohou inženýři vidět, jak budou funkce vypadat vedle objektů v reálném světě. Je tedy možné díky této technologii poskytovat viditelnost konečného produktu během fáze návrhu, takže můžete provádět změny a vylepšení za velmi nízkou cenu. Další zajímavou problematikou je údržba a opravy strojů. Přičemž se zde jedná o jednu z nejzajímavějších průmyslových aplikací pro rozšířenou realitu. Zde již nemusí být technik s odbornými znalostmi fyzicky na místě, aby prováděl údržbu. Tato provedení by bylo i nákladné a v podstatě náročné i na čas. Odborník může nově dávat pokyny krok za krokem každému, kdo má náhlavní soupravu AR, na dálku ho tak provází opravou. Pracovník na místě je tedy detailně prováděn procesem a instruován, jak danou činnost provádět. V procesu údržby zařízení se také hodí zobrazování užitečných informací o zařízení, včetně provozních časů, data posledního servisu, potenciálních budoucích poruch. Systém AR toto také umožňuje. Tato data mohou informovat o preventivní a prediktivní údržbě. Umožňuje také operátorům rychleji identifikovat a opravit problémy, snížit prostoje a související náklady. V neposlední řadě je využití AR vhodné pro tréninkové programy. Jedná se o programy, které pomohou zaměstnancům ve výrobě se naučit, zdokonalit a splnit svůj úkol za pomoci náhlavní soupravy AR. Tento způsob je vhodný pro složité úkoly, které je obtížné vysvětlit a pochopit pomocí standardního textu, fotky nebo i videa. Pracovník či student může např. získat podrobnosti o vadných součástech a specifikacích produktu, čímž se zkrátí doba potřebná k vizuální kontrole. Musím tu uvést i příklad pro montáž různých dílů, složité skladby dílů. Systémy AR mohou totiž překrývat plány nebo jednoduché montážní pokyny a umísťovat obrázky šroubů, kabelů a čísel dílů do přímého pohledu zaměstnance. Takovýto pracovní návod pak může pomoci zkrátit dobu školení a minimalizovat chyby při sestavování.<sup>31</sup>

Tyto vybrané aplikace považuji za jedny z klíčových vlastností AR a budou tedy v rámci bakalářské práce implementovány a setkáme se s nimi v praktické části.

---

<sup>31</sup> Zdroj dostupný z <https://psu.pb.unizin.org/ist110/chapter/6-2-augmented-reality>

### 3 Stávající výukový modul

Níže popsaný výukový modul má za cíl seznámit zaměstnance s procesem výrobního systému neboli štíhlé výroby v praxi. Účastníci jsou následně schopni aplikovat lean principy v rámci svých stávajících či budoucích pracovišť. Modul se nachází se ve firmě Škoda Auto a.s v budově Lean center. Na tvorbě modulu jsem se z části podílel a jsem aktuálně i jeho školitelem. V rámci této bakalářské modul strukturovaně představím a navážu na něj v praktické části aplikací AR dvěma dílčími moduly. Stávající výukový modul se skládá z teoretické a praktické části. Tyto části na sebe vzájemně navazují. Koncipován je jako dvoudenní s přesným harmonogramem dílčích navazujících částí, které pracovník či student absolvuje. Dochází zde k prolínání teorie s praxí. Konceptně je sled výuky uzpůsoben tak, že nejprve se absolventi modulu v teorii seznámí s daným tématem a následně ho aplikují v praktické části na speciálně upravené výrobní lince.

*Obr. 9. Speciálně upravená výrobní linka výukového modulu*



*Zdroj: Autor práce*

Student, účastník školení si v rámci prvního dne odnáší znalosti z oblasti struktury firmy, výrobního systému, dále zjistí, co je štíhlá výroba, dozvídá se o tématu plýtvání, dále o procesu DFMA (Design for Manufacturing and Assembly), je seznámen s principem Poka-Yoke (chybu vzdorost) a první den uzavírá znalostmi o průmyslu 4.0 a balancování linky. Na výše uvedenou teoretickou část navazuje ta praktická, při níž využije nabitých poznatků a tyto aplikuje v praxi na speciální výukové lince. Získá zde nové dovednosti při aplikaci metod výrobního systému v lince, dokáže je efektivně využít a uzpůsobit pracoviště a proces tak, aby byl pro firmu proces přínosný. V rámci workshopu si osvojí přínosy plynoucí ze skupinové práce se svými kolegy a v závěru dojde i k simulaci výrobního procesu výroby určitého výrobku. V rámci druhého dne si školení odnáší informace taktéž z teorie. Jde o témata efektivního sběru dat, účastníci zjistí, co je OEE (celková efektivita zařízení), dozví se informací k tématu vizualizace, např. na regálech s díly. Seznámí se obecně s tématem strojového učení, prediktivní údržby a v závěru i aditivní výroby. V navazující praktické části studenti aplikují své znalosti na speciálně upravené výrobní lince. Metody z teoretické části využijí na montážních pracovištích této linky, opět proces zefektivní. Zúčastní se také skupinového WS (workshop) s tématem dalšího zlepšení proces výroby. Následně účastníci kurzu vypracují návrh na změny v tomto procesu.



## 3.1 Teoretická část výukového modulu – vybrané kapitoly

Jak jsem již zmínil, tato část je zaměřena na zefektivnění procesu výroby. Vyloženě navazuje na metodu spojení teorie s praxí. Teoretická rovina školení je uzpůsobena tak, aby navazovala na 4 hrací kola praktické části. O dílčích částech teoretické výuky si obecně povíme v následujících podkapitolách.

### 3.1.1 Přidaná hodnota a plýtvání

Pro praktickou část modulu musí student či zaměstnanec získat určité znalosti. V úvodu dostává obecné informace o historii firmy, výrobním systému a také o historii štíhlé výroby neboli o lean manufacturing, kterou vyvinula firma Toyota po 2. světové válce. Výukový modul tak navazuje na systém KAIZEN z jehož principů se obecně vychází.<sup>32</sup>

Jednoznačně nejdůležitějším bodem této části, kterou zde uvedu je získání dovednosti na téma rozpoznání plýtvání od přidané hodnoty. Na toto téma naváže nutná znalost devíti druhů plýtvání spojená s praktickými ukázkami na základě fotografií jednotlivých plýtvání v provozu. Účastník školení se naučí jasně definovat, že zjevné plýtvání v procesu je nutné úplně odstranit. Dozví se, že to jsou to činnosti, které očividně nezvyšují hodnotu výrobku jako jsou např. nadvýroba, repase, prověřování, vybalování dílů, cesty. Tyto činnosti prodraží výrobek a je třeba je odstranit.

Obr.10. Rozdělení plýtvání v procesu výroby



Zdroj: Autor práce

Dokáže určit také skryté plýtvání, které je nutné redukovat na minimum. Zjistí, že v těchto činnostech výrobek nezískává větší hodnotu. Lektor uvede příklad na transportu dílů, manipulaci s nástroji, manipulaci s obaly, ale i cesty a chůze. V neposlední řadě je účastník školení seznámen s pojmem přidané hodnoty, kdy výrobek naopak získává větší hodnotu s dovětkem, že se jedná o činnosti, které na výrobku zákazník skutečně vidí a zaplatil si je. Jednoduše řečeno jde o šroubování, nýtování, sváření, připevnění, spojování, přichycení dílů.

---

<sup>32</sup> BAUER, Miroslav, kolektiv autorů. *Kaizen, cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. BizBooks.: Brno 2012. ISBN 978-80-256-0029-2

S těmito metodami se školený bude setkávat v rámci celého výukového modulu. Ostatně je to tak u všech znalostí, které od školitele získá. V průběhu teoretické výuky jsou používány metody slovní. Přičemž jako primární je metoda slovní monologická. Jako doplňkovou využívá lektor metodu slovní dialogickou, kterou používá k aktivizaci posluchačů.

### 3.1.2 Plánování výrobku

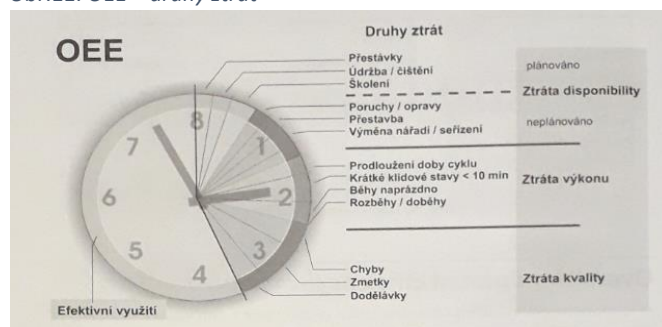
V navazujících částech teorie školení jsou nadále využívány metody slovní. Účastníkům školení je představena metoda DFMA (Design for Manufacturing and Assembly), která se zabývá složitostí výrobních operací s cílem redukce celkového času výroby a redukce nákladů na výrobu jednotlivých komponent finálního výrobku. Jde zejména o minimalizaci počtu jednotlivých dílů a montážních kroků, dále řeší komplexitu montáže. Účastníci školení se dozví, že výsledkem je redukce nákladů a celkového času montáže, a to vše se zásadním dopadem na snížení zmetkovitosti.

Účastníci školení se seznámí taktéž s metodou zvanou Poka-Yoke (chybuvzdornost) na níž lektor naváže mnoha příklady z praxe. Díky této metodě jsou účastníci školení schopni nasadit taková opatření, jež zamezí vzniku člověkem zapříčiněných chyb pomocí, děje se tak díky produktově-technickým opatřením či opatření na zařízeních nebo organizačních opatření. Uvědomí si, že zásadní eliminací chyb nebo okamžitým odhalením chyb v procesu docílí vyšší spolehlivosti a méně plýtvání v procesech a získají tak bezpečný proces.

### 3.1.3 Údržba zařízení

Tato teoretická část se zaměřuje na stroje a péči o ně. Tento blok je více zajímavý především pro technicky smýšlející účastníky školení. Lektor nicméně podává tuto problematiku tak, aby daným věcem všichni účastníci školení rozuměli, což si ověří ústním testem otázkami do pléna. Tato část seznamuje školené s tématem OEE (celková efektivita zařízení) a prediktivní údržby. Školitel vysvětluje, jaké jsou trendy v oblasti vývoje údržby s doplněním příkladů z praxe. Školení zjistí, že trendem je zejména přechod od reaktivní přes preventivní k prediktivní údržbě. Dále je třeba kontinuálního zvyšování efektivity s maximální využitelností výrobního hardwaru a softwaru. Do procesu je třeba zapojit internet věcí, získat tak informovanost od strojního zařízení v reálném čase. Školitel podtrhuje téma sdělením, že je vhodné se zaměřit na vzdělání a odbornost pracovníků v této oblasti.

Obr.11. OEE – druhy ztrát



Zdroj: Bauer (2012)

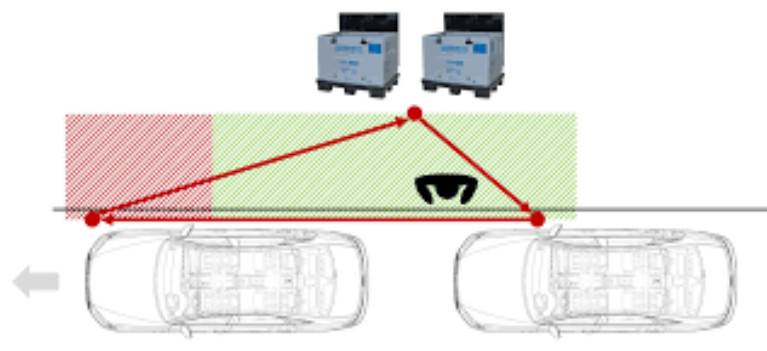
Důležitou roli v tématu strojů má i OEE. Jedná se taktéž o potřebné znalosti, které studenti uplatní v praktické části modulu. Lektor metodu OEE představuje jako mezinárodní měřítko pro celkovou efektivitu zařízení nebo provozní jistotu. Je to veličina, která umožňuje porovnávat využití zařízení. Dokládá výpočtem OEE, jenž se skládá z dílčích výpočtů jednotlivých skupin, jejichž výsledky se mezi sebou násobí. Nezabíhá se zde do podrobností vzorce, účastníkům postačí základní data. Jde především o to, aby si uvědomili, co do efektivity zařízení vstupuje.

$OEE = \text{Dostupnost} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita} \times 100 (\%)$

### 3.1.4 Efektivní výroba a doprava materiálu k lince

V rámci tohoto teoretického bloku lektor představí účastníkům efektivní způsoby výroby. Účastníci školení se dozví, jak optimálně uzpůsobit výrobní linku na základě požadavků zákazníka s ohledem na více modelů, které se zde vyrábí. Studenti zjistí, jak efektivně vyrábět a jak dostat materiál k lince v co nejkratším výrobním čase. Seznámí se i s problémem, který je v praktické části potká. Ten problém se nazývá „Zeitspreizung“. Je to metoda, která se využívá pro výrobky s různou časovou náročností. Jedná se o časové rozpětí mezi dobou vyrobiteľnosti jednotlivých modelů na jedné lince (Zeit = čas, Spreizung = rozpětí). Lektor uvádí praktický příklad: Zaměstnanec začne montovat MODEL A v bodě S (začátek taktu) a ukončí v bodě T1. Montáž pro MODEL B je zahájena také v bodě S, ale ukončena je v bodě T2. Mezi body T1 a T2 tak vznikne časový rozdíl = Zeitspreizung. Účastníkům kurzu je řečeno, jak se s danou problematikou vypořádají, jaké metody mohou zvolit, aby efektivně rozložili pracovní činnosti tak, aby byla zaručena výroba dílů v rámci výrobního taktu, pár z nich si zde představíme.

Obr.12. Zeitspreizung,

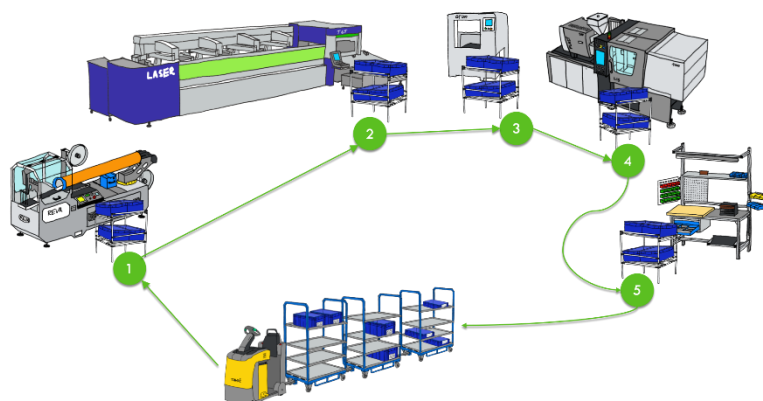


Zdroj: [www.bvl.de](http://www.bvl.de)

První možnou změnou, kterou lektor účastníkům školení nabízí, je správné vytaktování (vybalancování) pracovišť, což je uspořádání operací ve správném pořadí s optimálním vytížením na každém pracovišti. V rámci samostatné práce, v prvním kroku účastníci zjistí přidanou a nepřidanou hodnotu pracovní činnosti, následně navrhnou opatření na redukci plýtvání v této činnosti a v posledním kroku přerozdělí personál na výrobní lince tak, že jsou schopni jednoho pracovníka vyčlenit (ušetřit ho). Takto jsou schopni redukovat výrobní náklady a zvýšit efektivitu výroby.

Další nutnou změnou, kterou účastníci školícího modulu musí znát a dozví se jí od lektora, je optimální vytaktování dopravní trasy pro dovoz materiálu k výrobní lince, tzv. Milk run. Je to způsob, jak doplňovat zásoby v pravidelných intervalech (v taktu linky), kde jsou přesně definované fixní trasy s předem určenými zastávkami v procesu. Trasa je podle přesně definovaného časového rozvrhu a doplňuje se na ní jen spotřebovaný materiál a odváží prázdné obaly. Prázdný obal tak slouží jako signál pro doplnění materiálu (jde o tzv. systém Kanban).

Obr.13. Milk Run



Zdroj: [escare.cz](http://escare.cz)

Dále se dozví, proč jsou v blízkosti výrobních linek tzv. supermarketů a jaké to má pro podnik výhody. Zjistí, že, nám snižují činnosti, které netvoří přidanou hodnotu v místě zástavby. Jsou seznámeni s tím, že nám zajišťují správný počet správných dílů ve správném čase u linky. Umožňují provádět pracovní činnosti na principu „chirurg-sálová sestra“ a také nám zabraňují záměně a poškození dílů (zvyšují nám kvality procesu) a v neposlední řadě mají pozitivum na minimalizaci zásob na montážní lince.

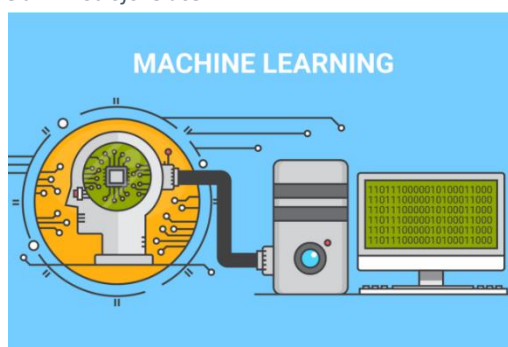
Celá tato teoretická část je koncepčně řešená jako navazující na předchozí části výuky kombinované s praktickou částí. Lektor v rámci tohoto bloku výuky kombinuje metody slovní s využitím metod názorně demonstračních. Používá názorné pomůcky a vysvětluje účastníkům školení, jak daná věc vypadá a na co má vliv. V bloku strojového učení využívá naplno těchto metod v součinnosti s prvky IoT – (senzorika) na výrobní lince. Vysvětluje účastníkům školení téma strojového učení, tak aby tomu účastníci školení rozuměli. Zmiňuje, že se jedná o automatické zpracování a analyzování dat včetně zlepšování vlastních algoritmů. Lektor vysvětluje, že stroje se učí na základě dostupných dat, a díky tomu provádějí identický úkol postupně lépe (rychleji, přesněji). Stroj se umí přizpůsobit novým situacím.

Učitel v této souvislosti zmiňuje základní historický milník. Pojem strojové učení vymyslel Arthur Samuel z IBM. Přišel s ním v roce 1959, když pracoval v oblasti počítačových her. Školitel dále uvádí, že příklad strojového učení je např. i nakupování na internetu, kdy reklamy na webových stránkách se mění podle toho, co zrovna nakupujeme či hledáme. Lektor zmiňuje tři hlavní způsoby učení stroje, který si tak zdokonaluje vlastní algoritmy.

Zprvu se jedná se o učení s učitelem, kdy stroji (počítačovému softwaru) pomáhají lidé nebo značení nesprávně určených objektů na obrázcích či pojmenovat ty, které nedokázal sám rozpoznat.

Učení bez učitele je tehdy, pokud není možné člověkem určit správný výstup např. v oblasti síťové bezpečnosti (stroj se musí naučit rozpoznat útočníka od běžného uživatele na základě sbírání dat o typickém síťovém provozu a jejich porovnávání s netypickým chováním). A v poslední řadě lektor uvádí i možnost kombinace obou výše uvedených přístupů, kdy např. jako v předchozím případě jsou člověkem zpětně označeni skuteční útočníci a běžní uživatelé (systém pak už sám provede novou analýzu a přenastaví se).

Obr.14. Strojové učení



Zdroj: aiexpress.io

V závěru je představeno několik příkladů, ze strojového učení, které ukazují posluchačům jejich reálné nasazení jako jsou například asistenční systémy ve voze či automatický překlad textu a mnoho dalších. Tímto lektor zakončí teoretický blok a účastníci školení se odebírají k praktické části, kde se setkají s výše zmíněnými tématy.

## 3.2 Praktická část výukového modulu – vybrané kapitoly

Konečně se dostáváme do praktické části výukového modulu, který je koncepčně rozdělen na jednotlivá výrobní kola, ve kterých účastníci školení uplatní nabitě vědomosti z teoretické části. Koncepce počítá nejdříve s tím, že účastníkům školení lektor činnosti na výrobní lince nejprve představí, názorně ukáže a výrobek si školení následně zkusí vyrobit sami pomocí obrazové návody. Využívá tak metody názorně demonstrační a nově i metody praktické včetně problémové metody. Školení po zapracování a spuštění výroby totiž zjišťují, že stávající činnost, tak jak je popsána, je nevyhovující a procesně a personálně neefektivní. Výroba dílů na lince je následně zastavena. Účastníci kurzu jsou postaveni před problém, který jsou nuceni vyřešit. Uplatňují zde postupně nasbírané vědomosti, které se naučili v předchozích blocích teoretické části. Problémy řeší skupinovou prací, kde se domluví, jak budou společně postupovat v rámci úkolu, jaké řešení zvolí, tak aby bylo efektivní. Lektor chce kromě vyřešení výrobních problémů také splnit výrobní cíl, kterým se mají skupinově ubírat.

V rámci každého ze čtyř výrobních kol, mají účastníci školení vždy nový problém k řešení a jsou tak nuceni využívat nejenom vědomosti z teorie, ale i spolupráci a komunikaci v týmu. Lektor jim dává k dispozici potřebné zlepšení, ale až poté, co je vymyslí. Praktická část školení je zaměřena vyloženě na efektivitu výroby bez zbytečných plýtvání v procesu. Lektor je v této fázi motivátorem týmu a snaží se ho také posouvat k cíli. Vysvětluje účastníkům např. i to, co by výsledně znamenalo nasazení opatření ve výrobním procesu a jaké parametry tímto zlepší a jaké nikoli.

### 3.2.1 Výroba

Když se podíváme blíže na jednotlivá výrobní kola modulu zjistíme, že mohou být v podstatě reálným scénářem některých výrobních firem.

Účastníkům školení je představena výroba ve firmě, kde budou pracovat jako noví zaměstnanci v zavedené výrobě. Lektor jim názorně ukáže výrobní linku, představí jim pracoviště, činnosti a včetně dosavadní výroby nákladních vozidel.

Obr.15. Tréninkové vozidlo (LKW)



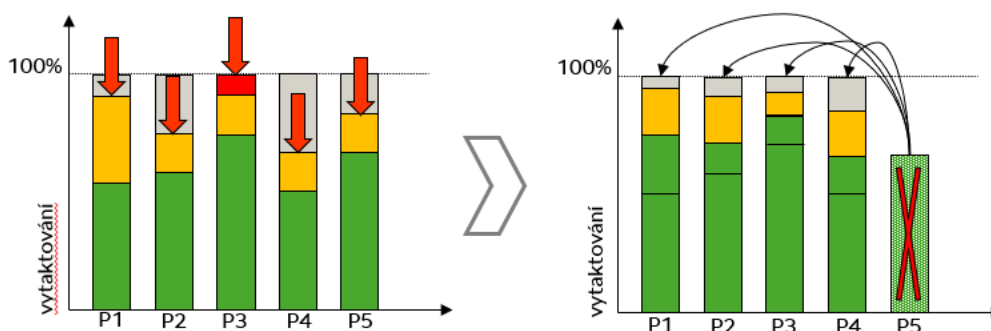
Zdroj: Autor práce

Vyzve účastníky školení, aby se rozdělili na pracoviště a seznámili se s pracovním postupem. Jsou seznámeni také s cílem. Mají vyrobit 2 vozidla v určitém taktu. Výroba je vcelku zavedená, tak se účastníkům školení výrobně daří, zradí je jen pracovní návodky, které nejsou jednoznačné a je třeba v nich listovat, dále také funkce staršího lisu kol na prvním pracovišti. V rámci tohoto kola si školení vyzkoušeli pracovat na výrobní lince. Lektor v průběhu doplní, že bohužel poptávka po tomto výrobku klesá, proto bude zaveden do linky nový výrobek, který je zatím ve fázi ověření montovatelnosti. Je tedy možnost ho částečně měnit. Školení jsou lektorem vyzváni ať zkušenosti z této výroby promítnou do úpravy a zlepšení výrobního procesu nového výrobku a naváží tak na získané znalosti z teoretické části v tématu DFMA. Po zavedení určitých úprav, které vymyslí, jsou účastníci schopni zjednodušit výrobu nového modelu. V další fázi praxe na lince se zaměřují na poruchy lisu. Lektor jim sdělí, že s těmito poruchami lisu je nutné v budoucnu něco udělat, jelikož jim tyto poruchy vytvářejí prostoje. Je třeba se zaměřit na údržbu stroje.

V následujícím výrobním kole je účastníkům školení opět představena výroba s tím, že do staré výroby byl integrován nový výrobek. Lektor vysvětlí, že integrace dvou výrobků do jedné linky byla udělána proto, abychom ušetřili výrobní plochu a personál (místo 2 linek pouze 1). Naváže na předchozí výrobu a zrekapituluje úpravy nového výrobku tak, aby byl co nejlépe vyrobitelný. Školitel ukáže hotový nový výrobek a představí na pracovištích jednotlivé nové operace. Při výrobě účastníci zjistí, že nový výrobek je pracnější, a tak nestíhají plnit výrobní cíl. Lektor jim zadává úkol, aby vymysleli, jak se lze s tímto efektivně vypořádat. Účastníci školení, toho času výrobní dělníci na lince, si uvědomují nabitě znalosti z teoretické části např. v tématu Zeitspreizung a vytaktování pracovišť. Na řešení je třeba se týmově domluvit a vyřešit daný problém. Společně vyhodnotí, že je možné zavést jiné pořadí výroby dílů a také že pomůže, když některý materiál vychystá přímo personál v supermarketu logistiky.

Při pohledu na další část praxe na speciální výrobní lince následuje opětovné shrnutí úspěchů týmu lektorem. Ten provede rekapitulaci změn, které účastníci provedli. V těchto úvodních shrnujících částech si školení plně uvědomí postupné zlepšování procesu výroby na jejich lince a upevní si také znalosti z teorie. Výsledně zjistí, že na danou výrobu spotřebují již méně času, odstranili velkou část plýtvání v procesu a zavedli postupy, které zajistí přísun materiálu v potřebný čas. Začali se zabývat také poruchovým lisem, který osadili senzory pro sběr dat s následným odstraněním poruch zavedením pravidelné údržby stroje. Jejich výroba se zefektivnila, jsou schopni za stejný čas vyrábět více výrobků, fiktivní firma vydělává. Lektor toto demonstruje na přehledných grafech.

Obr.16. Vytaktování pracovišť – úspora personálu



Zdroj: Autor práce

I přes tyto úspěchy jsou ale stále nutné výrobní změny. Vysvětluje, že inovovaný výrobek, který je pracnější, vydělává firmě víc a lépe se prodává. Cílem je zaměřit se pouze na něj a opustit výrobu starého výrobku. Účastníci školení jsou opět vystaveni problému s výrobou. Je třeba se nad tímto zamyslet a daný způsob výroby ještě více zefektivnit. Lektorovi požadavky jsou neúprosné, staví se teď v podstatě do role ředitele podniku, ale zároveň kouče, který v účastnících rozvíjí jejich myšlenky. Chce vyrobit více nových výrobků za stejný čas, za který vyrobili výrobky starší, ty jednodušší. Účastníci školení jsou tedy výsledně nuceni do výroby zakomponovat některé prvky z IoT, které se naučili v teorii.

Po navržených změnách, které skupinově udělali, jsou vyzváni k jejich představení a také k tomu co to v jejich procesu výsledně způsobí. Lektor se v této chvíli dostává do role posluchače a hodnotitele. Školení mu předvedou výrobní činnosti s integrací všech prvků zlepšení. Vysvětlí mu přerozdělení pracovních činností v lince a upozorní ho na hlavní problémy, se kterými se potýkali. Lektor v účastnících školení již vidí zkušené pracovníky, kteří si umí poradit a jsou schopni ve firmě vytvořit takové změny, které přinesou úsporu nákladů a celkové zefektivnění procesu výroby. Nevyslovený cíl lektora je, aby účastníci školení obdobné změny prováděli i ve skutečné výrobě a nabitě znalosti tak uvedli plně do praxe.

Ve výše uvedeném tréninkovém modelu proběhl popis stávajícího procesu výuky. Po autoevaluaci tohoto školení a zjištění potřeb respondentů z dotazníkového šetření jsem se rozhodl na tuto výuku navázat implementací AR směřovaným ke konkrétním kapitolám teoretické části tohoto modulu. Jednat se bude o doplněnou praktickou část k tématům práce s pracovní návodkou a autonomní údržba zařízení, které se účastníci školení fyzicky zúčastní a upevní si tak výsledně své dovednosti ve spojitosti s moderními technologiemi.

# **PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 Dotazníkové šetření

Cílem dotazníkové šetření bylo zjistit, jaké je povědomí a jaký je zájem zaměstnanců a studentů o téma rozšířené reality. Dotazníkové šetření probíhalo od 16.2. – 3.3.2022. s účastí 114 respondentů z řad zaměstnanců a studentů Škoda Auto a.s.

### 4.1 Metodologie výzkumu

Pro sběr informací bylo využito kvantitativní dotazníkové šetření výhradně v rámci společnosti. Distribuce dotazníků byla zajištěna přes mailové schránky rozesláním hromadného mailu do oblastí průmyslového inženýrství, výrobního systému Škoda, dále do linkového provozu montáže vozů a v neposlední řadě na SOU strojírenské při Škoda Auto a.s. Vyplňování dotazníku probíhalo elektronicky buďto kliknutím na odkaz v příloze mailu nebo naskenováním QR kódu z PC či vytištěného formuláře.

### 4.2 Zpracování dotazníku

Dotazníkovému šetření předcházelo seznámení s tématem rozšířené reality. Zvolil jsem jednoduchou formu otázek, které účastníci rozumí. Všechny otázky jsem koncipoval jako uzavřené a povinné. V dnešní uspěchané době byla mým druhým záměrem rychlost vyplnění dotazníku. Záměrně jsem se vyhýbal typu dotazníku, který by měl velké množství otázek a nutil respondenta dlouze přemýšlet. Rozvrstvení dotazníku jsem řádně promyslel a oddělil jsem od sebe jednotlivé části. Platformu, na které dotazníkové šetření probíhalo byla Microsoft Teams-Forms. Tuto aplikaci jsem zvolil záměrně, jednak ji mám k dispozici ve firemním PC a za druhé, z anket či dotazníkových šetření, umí generovat přehledné výstupy včetně koláčových grafů, které jsem dále využil.

Obr.17. Úvod k dotazníkovému šetření,



**Rozšířená realita ve výukovém modulu**

Dobrý den,

chtěl bych Vás tímto požádat o vyplnění krátkého dotazníku. Toto dotazníkové šetření je anonymní a jeho výsledky budou využity výhradně pro zpracování bakalářské práce na téma: Využití rozšířené reality ve výukovém modulu výrobního systému ŠKODA AUTO a.s. Cílem dotazníku je zjistit, jaké je povědomí a jaký je zájem zaměstnanců a studentů o téma rozšířené reality.

Předem Vám děkuji za vyplnění krátkého dotazníku, který nezabere více jak 5 min vašeho času.

Josef Král, Lean poradce montážních linek ŠKODA AUTO a.s.  
Student 3. ročníku bakalářského studia oboru Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku na ČVUT Masarykův ústav vyšších studií, Praha



<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=BsRF82hSsEOxn1hi-mgz-AVmNJeJcj9Ahjt5XVI V1N9UQVFNSUzS1g4MFUzSzZSRU1FTzM2TDhBVi4u>

Zdroj: Autor práce, vlastní šetření

## 4.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření

**Otázka č.1:** Dotazníkového šetření se tedy zúčastnilo 114 respondentů z rozmanitých věkových skupin a stupňů vzdělání z toho 82 % mužů a 18 % žen. Ze šetření vyplývá, že by muži mohli mít o toto téma větší zájem nežli ženy. Musím, ale přihlídnout k tomu, že v rámci oddělení, kterým byl dotazník poskytnut pracuje více mužů.

Graf 1 – otázka č.1

### 1. Jste:

<span style="color: blue;">●</span> Muž	94
<span style="color: orange;">●</span> Žena	20



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.2:** Z celkového počtu dotazovaných se podařilo obsáhnout všechny věkové skupiny z výběru. Největší skupina a to 39%, připadá na studenty SOU strojerenského, tedy mladé lidi, kteří by měli mít k novým technologiím nejbližší. Tato skupina respondentů je v rámci vzdělávání ve SOU o novinkách informována. Další skupina s podílem 9% jsou mladí lidé, kteří nějakou tu pracovní zkušenost mají a mohli by mít tendenci se dále vzdělávat. Skupina respondentů mezi 31-40 lety s podílem 20% jsou ve středním pracovním věku, mají dostatek pracovních zkušeností, velký přehled. Dále tu máme respondenty 41+ v součtu 33%, jsou to lidé s dlouhou praxí, bohatými pracovními a životními zkušenostmi. Troufám si tvrdit, že zejména skupinu 51+ (11%) už málo věcí překvapí.

Graf 2 – otázka č.2

### 2. Kolik je Vám let?

<span style="color: blue;">●</span> 15-20	44
<span style="color: orange;">●</span> 21-30	10
<span style="color: green;">●</span> 31-40	23
<span style="color: red;">●</span> 41-50	25
<span style="color: purple;">●</span> 51 a více	12



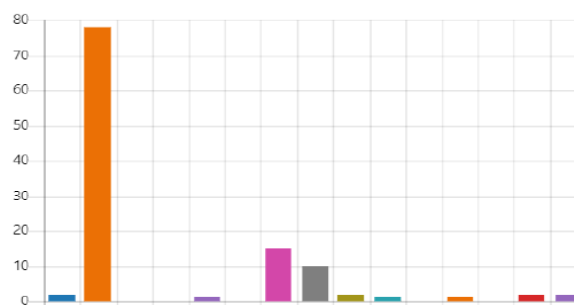
Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.3:** Cílem otázky z jakého kraje pocházíte bylo zjistit, z jakých koutů republiky k nám dotyční zaměstnanci a studenti přichází za prací. Nutno podotknout, že šetření bylo prováděno v závodě Mladá Boleslav, která je součástí Středočeského kraje. Ze šetření vyplývá, že 78 respondentů pocází právě ze Středních čech. Dalším významným krajem, ze kterého firma čerpá pracovníky či studenty (v rámci šetření) jsou to kraje Liberecký a Královehradecký kraj.

Graf 3 – otázka č.3

### 3. Z jakého kraje pocházíte?

Hlavní město Praha	2
Středočeský kraj	78
Jihočeský kraj	0
Plzeňský kraj	0
Karlovarský kraj	1
Ústecký kraj	0
Liberecký kraj	15
Královehradecký kraj	10
Pardubický kraj	2
Kraj Vysočina	1
Jihomoravský kraj	0
Zlínský kraj	1
Olomoucký kraj	0
Moravskoslezský kraj	2
Jiné	2



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.4:** Nejvyšší dosažené vzdělání. Ze šetření vyplývá, že největší skupinou respondentů (38%) má základní vzdělání, je to z toho důvodu, že stále studují na SOU. Druhou nejpočetnější skupinou jsou lidé s maturitou (32%), zde se bude s největší pravděpodobností jednat o pracovníky v kancelářích a stejně tak pracovníky s vysokoškolským vzděláním (20%), kteří jsou i koordinátorkách místech. S velkou pravděpodobností určíme také 11% skupinu pracovníků s výučním listem, kteří budou zastávat dělnické pozice.

Graf 4 – otázka č.4

### 4. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Základní	43
Střední s výučním listem	12
Střední s maturitou	36
Vysokoškolské	23
Jiné	0



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.5:** Na otázku, jaká je Vaše pozice ve firmě odpověděla největší skupina, v zastoupení 40 %, že studuje, jedná se tedy o studenty SOU Strojírenského při Škoda Auto a.s. Druhou nejpočetnější skupinou (34%) jsou technickohospodářští zaměstnanci s činnostmi v kancelářích. Zaměstnanci v dělnických profesích tvoří 24 % dotázaných. Dva zaměstnanci v nabídce jiné uvedli, že pracují na dohodu (DPČ).

Graf 5 – otázka č.5

### 5. Jaká je Vaše pozice ve firmě ŠKODA AUTO a.s.?

● Student	46
● Zaměstnanec – dělnická profese	27
● Zaměstnanec – THZ	39
● Agenturní pracovník	0
● Jiné	2



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.6:** jakým zařízením se se respondenti připojují k internetu nejčastěji. Ze šetření vyplývá, že v drtivé většině případů (74 %) se zúčastnění připojují prostřednictvím mobilního telefonu, který mají v podstatě vždy po ruce. Druhá nejčastější odpověď je notebookem a to v 17 %, v tomto případě by se mohlo jednat o THZ pracovníky stejně tak 9% zastoupení stolního PC.

Graf 6 – otázka č.6

### 6. Jaké zařízení s připojením na internet používáte nejčastěji?

● Mobilní telefon	84
● Tablet	1
● Notebook	19
● Stolní PC	10
● Jiné	0



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.7:** V otázce, jakou formu vzdělávání upřednostňujete docházím k názoru, že většina dotázaných (55 %) má zájem o kombinovanou formu vzdělávání (tedy skloubení teorie s praxí). Podstatnou část respondentů (30 %) zajímá čistě praktická část. V odpovědích se můžeme setkat i odpověďmi na distanční vzdělávání (10 %), které bude v drtivé většině případů spojeno se studenty a covidovou situací v rámci vzdělávání.

Graf 7 – otázka č.7

### 7. Jakou formu vzdělávání upřednostňujete?

● Praktickou	34
● Teoretickou	5
● Kombinovanou	63
● Distanční	11
● Jiné	1



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

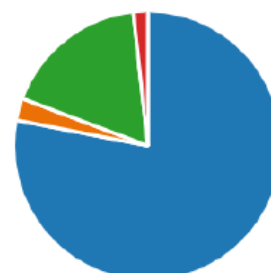
**Otázka č.8:** Co vás nejvíce těší v rámci vzdělávání? Drtivá většina respondentů (89) odpovědělo že možnost si danou věc ihned samostatně vyzkoušet na vlastním zařízení. Z toho mi vyplývá, že co se dotýčný dozví si chce hned ověřit. Jako druhá nejčastější odpověď tázaných byla možnost individuálních konzultací se specialistou/pedagogem na dané téma. Což považuji také za velmi důležité a zejména v kombinaci s první možností za velmi vhodné.

Tři respondenti uvedli, že je pro ně zajímavé dostat doporučení na seznam literatury, kde si samostudiem zjistím podrobnosti. U této možnosti předpokládám, že ji zvolili vysokoškolsky vzdělaní lidé.

Graf 8 – otázka č.8

### 8. Co by Vás v rámci vzdělávání nejvíce potěšilo?

● Možnost si danou věc ihned s...	89
● Dostat doporučení na seznam...	3
● Možnost individuálních konzul...	20
● Jiné	2



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.9:** Tato otázka je již konkrétnější, zaměřuje se na vzdělávání pomocí moderních technologií. Ze šetření jasně vyplývá, že celých 97 % dotázaných by mělo zájem se tímto způsobem vzdělávat, je to pro ně zkrátka lákavé a vidí tom smysl. Zde je zajímavé uvést, že se na tomto způsobu vzdělání shodlo více věkových kategorií. Ne jenom mladí lidé, ale v podstatě i lidé na 50 let věku.

Graf 9 – otázka č.9

### 9. Měli byste zájem se vzdělávat pomocí moderních technologií?

<span style="color: blue;">●</span> Rozhodně ano	67
<span style="color: orange;">●</span> Spíše ano	43
<span style="color: green;">●</span> Spíše ne	4
<span style="color: red;">●</span> Rozhodně ne	0



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.10:** V rámci této otázky se ptám respondentů na konkrétní téma rozšířené reality. Jelikož jsem zvolil otázky uzavřené a pouze s jednou odpovědí získáváme tímto přehled o vědomostech dotazovaných. Ten, kdo se v dané problematice nepohybuje, či o ni vůbec neslyšel, volil možnost nevím, a to se stalo v 18 % případů. Většina respondentů 54 % správně odpověděla, že proto abych si zobrazili a užili rozšířenou realitu, tak jim k tomu stačí i jedna z uvedených věcí, a to mobilní telefon, tablet nebo speciální brýle. Zatímco 28 % dotázaných uvedlo, že je potřebná náhlavní souprava s ovladači do ruky. Z toho mi vyplývá, že může ještě docházet k záměně pojmů virtuální a rozšířené reality.

Graf 10 – otázka č.10

### 10. Jaké vybavení je podle Vás potřeba pro rozšířenou realitu (AR)?

<span style="color: blue;">●</span> Nutná je náhlavní souprava s ...	33
<span style="color: orange;">●</span> Stačí mi mobilní telefon, table...	61
<span style="color: green;">●</span> Nevím	20



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.11:** Z této otázky nám vyplývá, jakou zkušenost mají dotazovaní s rozšířenou realitou. Velká část respondentů (40 %) uvedla že žádnou, což navazuje na předchozí, řekněme vědomostní zjištění. Je zde tedy velký potenciál danou skupinu oslovit a změnit jejich zkušenost. Většina dotázaných (55 %) o rozšířené realitě nejen slyšela, ale dostala se i do jejich podvědomí. Zbývá 4 % účastníků ji používá již pravidelně. Cílem je tuto skupinu samozřejmě rozšířit.

Graf 11 – otázka č.11

### 11. Jaké máte zkušenosti s rozšířenou realitou?

● Žádné	46
● Jen základní	63
● Používám ji pravidelně	5



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.12:** Tato otázka účastníky dotazníkového šetření zavádí již konkrétně do firmy, kde měli odpovědět na otázku, jestli si myslí, že se tématem rozšířené reality někdo ve firmě zabývá. Celkem 27 % dotazovaných uvedlo, že o tomto neví a neslyšel/a o tom. Nejpočetnější skupina respondentů uvedla (45 %), že o tomto ví, či o tématu dotyčný četl, že se daným tématem ve firmě někdo zabývá. Poslední skupinka dotázaných (28 %) dokonce její využití viděla v praxi.

Graf 12 – otázka č.12

### 12. Myslíte si, že se ve ŠKODA AUTO a.s. někdo tématem rozšířené reality zabývá?

● Nevím, neslyšel/a jsem o tom	31
● Ano, o využití rozšířené reality...	51
● Ano, viděl/a jsem její použití v ...	32

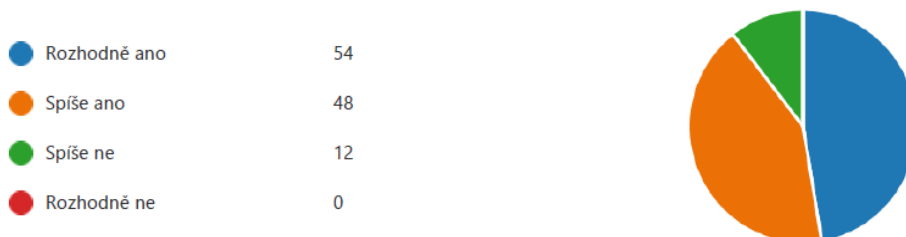


Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.13:** Toto otázkou jsem chtěl zjistit, zda by účastníky dotazníku bylo zajímavé se vzdělávat prostřednictvím rozšířené reality. Celkem 12 % dotázaných v této formě vzdělání spíše nevidí přínos a preferuje jiné způsoby vzdělání. Nicméně z výsledků této otázky v drtivé většině vyplývá, že většina dotázaných a to celých 89 %, by tuto formu vzdělání ráda přinejmenším vyzkoušela či ji dokonce preferuje.

Graf 13 – otázka č.13

13. **Bylo by pro Vás zajímavé vzdělávat se ve škole nebo v práci pomocí rozšířené reality?**

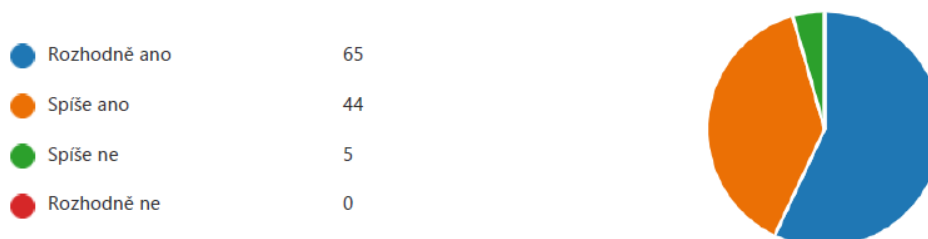


Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

**Otázka č.14:** Touto otázkou navazuji na můj záměr v rámci bakalářské práce. Výsledky otázky mě utvrdily v tom, že je vhodné se touto problematikou zabývat. Respondenti se měli vyjádřit k tomu, jestli by si chtěli v rámci školícího modulu rozšířenou realitu vyzkoušet. Celkem 96 % dotázaných uvedlo, že mají o toto zájem. Musím zde poznamenat, že v takto vysoké číslo jsem ne-doufal a jsem za něj velice rád.

Graf 14 – otázka č.14

14. **Měl/a byste zájem si brýle pro rozšířenou realitu osobně vyzkoušet v rámci školícího modulu ve vzdělávacím centru ŠKODA AUTO a.s.?**



Zdroj: Autor práce (vlastní šetření)

## 4.4 Závěr šetření

Závěrem bych rád poděkoval respondentům za vyplnění dotazníku. Z těchto dat a jejich vyhodnocení mi vyplývá, že dotyční mají zájem se dále vzdělávat a chtějí k tomuto využívat nové technologie. Téma rozšířené reality většině dotazovaných není cizí a rádi by si ho v budoucnu i vyzkoušeli.

Po tomto závěru jsem se tedy rozhodl vypracovat výukový modul, který v sobě bude mít prvky rozšířené reality. Studenti a zaměstnanci ve firmě si i díky tomuto modulu budou moci rozšířenou realitu zažít, pracovat s ní v rámci moderního vzdělávání a její prvky využít následně v praxi.



## 5 Implementace AR do modulu

V této části bakalářské práce bude cílem implementovat do výše uvedeného stávajícího školícího modulu prvky rozšířené reality. Tento modul jsem již rámcově představil teoretické části této práce a navážu na něj.

Před rozhodnutím implementovat AR modul do stávající výuky jsem vycházel z potřeby respondentů na základě dotazníkového šetření, z něhož výsledků vyplývá, že většina dotázaných a to celých 89 %, by tuto formu vzdělání ráda přinejmenším vyzkoušela či ji dokonce preferuje. Respondenti se měli také vyjádřit k tomu, zda by si chtěli v rámci školícího modulu rozšířenou realitu vyzkoušet. Z výsledků dotazníku vyplývá, že 96 % dotázaných uvedlo, že mají o toto zájem. Dalším rozhodnutím byla právě návaznost na školící modul výrobní linky, kde se zabýváme jednak prací s pracovními návodkami a také činnostmi, které podporují autonomní údržbu strojů. Tutu problematiku bych chtěl zde rozvinout a začlenit ji tak do stávajícího školícího modulu a inovovat ho. Představím zde 2 řešení, které jsou vhodné k implementaci AR do učebního modulu. Jedná o návaznost s teoretickou částí výše zmíněnou. Obě řešení vychází z pořízení náhlavní soupravy HoloLens 2, přičemž 1ks těchto brýlí cenově vychází na cca 3.900, - €. Tuto náhlavní soupravu mám k dispozici.

Obr.18.HoloLens 2 - set



Zdroj: Autor práce

První řešení se bude zabývat efektivní prací s pracovní návodkou výše zmíněného učebního modulu. Na pracovištích mají účastníci školení papírové pracovní návodky, ve kterých musí listovat. Ty jsou umístěny na stojácích u pracoviště. V případě, že se účastníkům kurzu vysvětlují jednotlivá pracoviště, tak se proces zaučení protahuje. Lektor se musí věnovat každému účastníkovi školení, aby ho zapracoval.

V druhém případě půjde o lepší pochopení údržby zařízení, se kterou se účastníci školení (zaměstnanci či studenti učiliště) již setkávají v jednodušší formě. Údržba zařízení tak, jak ji znají, provádí podle předem jasných především textově popsaných pracovních instrukcí, vždy termínově ohraničených s jasnými posloupnými kroky. Tento způsob se jeví jako nepříliš názorný, což bych rád změnil.

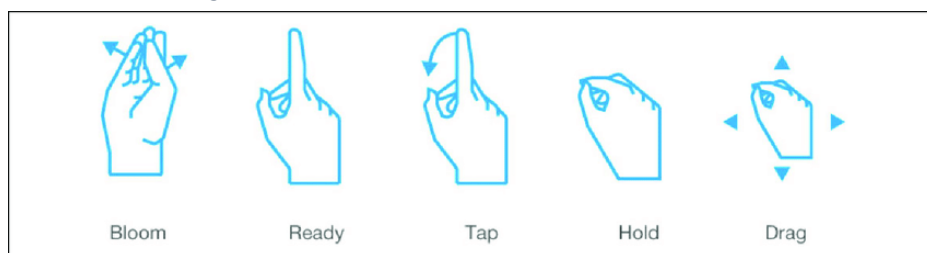
## 5.1 Pracovní postup v AR

Tento koncept školení počítá s přímou návazností na teoretickou část předchozího modulu. Implementace AR pro efektivní pracovní postup integruje mezi teoretickou část a první zpracování účastníků školení na speciálně upravené výrobní lince. Skupina o deseti lidech, pro kterou je koncept školení realizován navazuje tedy na výše zmíněný školící modul.

Při pohledu do cílů výuky, kterými lektor předává své znalosti vidíme určitou hierarchickou strukturu. Dochází k návaznosti na taxonomii cílů, při které uplatňuje činnosti s nejnižší náročností na myšlení účastníků kurzu, a to v podobě seznámení s tématem rozšířené reality. Toto provede v úvodu školení s využitím metody monologické, formou výkladu učiva, kde zdůrazní přínos AR a příklady použití v praxi. Lektor využívá podkladů a informací z teoretické části této bakalářské práce. Teoretická fáze vzdělání je pro účastníky školení posuzována jako výchozí pro další pochopení látky. Jde tu zejména o poznávací cíle v rámci pochopení učiva – znalostní úroveň. Úroveň porozumění si školitel ověří otázkami do pléna formou metody dialogické, prostřednictvím řízené diskuse.

V další fázi jsou školeným představeny náhlavní soupravy HoloLens 2 pro rozšířenou realitu. Při využití zásady názornosti, kterou lektor v této fázi využívá, dochází k uchopení náhlavní soupravy a jsou žákům představeny základní náležitosti brýlí pro AR. Pro lepší pochopení a efektivní spojení teorie s praxí vysvětlení funkcí náhlavní soupravy lektor provádí u montážní linky modulu. Začíná popisem náhlavní soupravy, jejím složením, včetně uživatelského nastavení – myšleno ustavení brýlí na hlavě, jejich dotažení a následného spuštění. Žáci jsou vyzváni, ať si dané náhlavní soupravy brýlí pro AR vezmou do ruky a prohlédnou si je. Lektor je vyzve, ať ukážou na jednotlivé komponenty brýlí, které zmínil. Ověří si tak, že účastníci kurzu porozuměli principům např. zapínání brýlí, umístění akumulátoru, snímání prostředí kamerami.

Obr.19. HoloLens 2 – gesta



Zdroj: [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Lektor vysvětlí také uživatelské rozhraní SW po spuštění brýlí. Jeho snahou je využívat metody názorně demonstrační, kde je možné přenášet rychlý a přímý přenos poznatků. Snaží se žákům předávat a následně i v praktické části předat vše co následně využijí a zapojit do tohoto poznávání co nejvíce smyslů účastníků školení. Uplatňuje tak zlaté pravidlo učitelů v tématu polysenzorického vnímání. Učitel názorně předvádí gesta, kterými budou školení ovládat systém brýlí, zejména potvrzování kroků. Vysvětlí jim funkce hlasitosti a kalibrace na oči včetně načítání QR kódu. Při vysvětlování využívá náhlavní soupravy HoloLens 2 současně s náhlavními soupravami školených. Každý pracovník má již v ruce zapůjčené brýle a postupuje tak v součinnosti s lektorem.

Následně jsou pracovníci rozmístěni na pracoviště výukového modulu. Každý pracovník na pracovišti má nasazenu aktivní náhlavní soupravu HoloLens 2 a načítá vylepený QR kód k aktivaci výukového modulu v AR.

Obr.20. Pracoviště výukového modulu s vizualizační obrazovkou



Zdroj: Autor práce

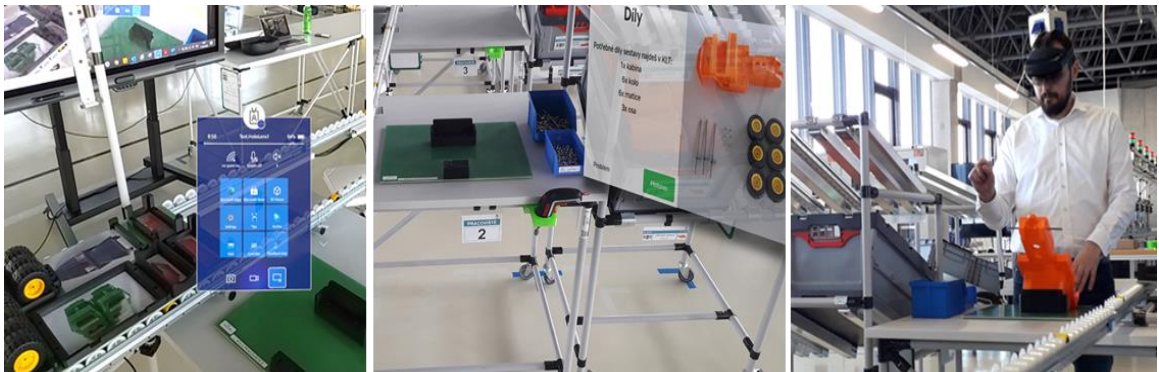
U linky je umístěn velký monitor s úhlopříčkou 150 cm, kde další účastníci kurzu pozorují počínání svých kolegů. Monitor je rozdělen na více pracovních polí, do kterých se přenáší obraz z náhlavních souprav prostřednictvím kamer v brýlích školených z těchto pracovišť. Zapracování studentů je tak následně daleko účinnější. Lektor se již nemusí věnovat každému účastníku zvlášť, ale pozoruje všechny najednou s ostatními kolegy těchto účastníků. Upozorňuje je na chyby, které dělají a pomáhá jim. Proto je ostatním účastníkům (toho času pozorovatelům) situace při následném provádění činnosti na lince jasnější a mají i méně následných otázek a školení se urychlí.

Lektor využívá metody praktické s cílem rozvoje psychomotorických a motorických dovedností, a navíc s vytvářením produktu. Studentům na pracovištích je pracovní návodka promítána prostřednictvím náhlavní soupravy před sebe, vidí tedy aktuální pracovní kroky a nemusí tak hledat v popisu činností v papírové návodce. Návod je přehledný a intuitivní s obrazovou dokumentací. Po následném provedení jednotlivých kroků mají účastníci školení možnost si z výběru odzkoušet i další pracoviště v rámci linky. Je to i výhodné, a to z hlediska pochopení následných činností při montáži výrobku s cílem minimalizace chyb. V účastnících školení je tak třeba aktivovat více příležitostí, vyzkoušet si více činností a nespoléhat se jen na to, co se v naučí v teorii. Je třeba to prakticky vyzkoušet s podporou co možná nejvíce stupňů názornosti s postupným zdokonalováním dovedností.

Cílem je účastníkům školení propojit nové technologie v podobě aktivního užívání AR s klasickou činností na výrobní lince. Účastníci si odnáší zážitek, kterým mohou obohatit svá skutečná pracoviště. Uvědomí si, že i obyčejná činnost zapracování nových zaměstnanců může být efektivnější a také více zábavná s vyšším efektem vštípení dovedností se zapojením více smyslů studenta.

## 5.1.1 Časový rozvrh a potřebné zařízení

Obr.21. Vizualizace AR modulu – pracovní návodka



Zdroj: Autor práce

### Učební pomůcky:

- PC
- HoloLens-náhlavní souprava 5x
- SW-Holografický operační systém Windows
- Monitor-úhlopříčka 150 cm
- Výukový modul – speciálně upravená výrobní linka

### **Teoretická část (20 min)**

Je rozdělena na 4 základní bloky, ve kterých se účastníci školení seznámí zejména s náhlavní soupravou a ovládacími činnostmi na ni navazující. Lektor začíná školení úvodem, při kterém dojde k představení pojmu rozšířená realita s návazností na praktické využití AR ve výrobních podnicích. Informace čerpá z teoretické části této bakalářské práce (kapitoly 2.2.3 a 2.2.4).

Obr.22. Vizualizace AR modulu pracovní návodka – teoretická část



Zdroj: Autor práce

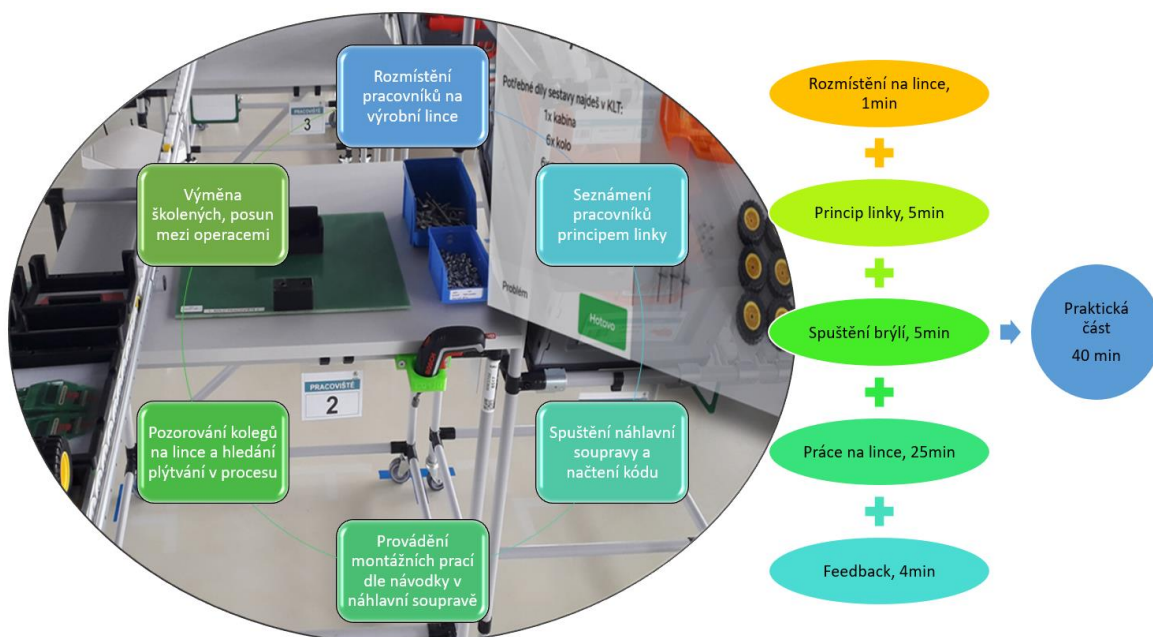
V další fázi pokračuje s vysvětlením funkcí náhlavní soupravy, demonstruje upnutí na hlavě, popíše ovládací prvky, zmíní funkci focení a natáčení videa, vyklápěcí display a hlasitost.

Ve třetím a čtvrtém bloku teoretické části se je studentům představeno uživatelské rozhraní, které lektor demonstruje na monitoru. Lektor sdílí studentům svůj pohled z náhlavní soupravy do monitoru. Tímto způsobem dochází k efektivnímu přenosu informací. Dochází k vysvětlení spuštění programu, navazuje při tom na vhodnou volbu gest při potvrzování a výběru. Žáci také vidí, jak probíhá kalibrace na oči uživatele. Vše si mohou následně nebo i v průběhu odzkoušet na zbylých náhlavních soupravách.

### Praktická část (samostatná práce 40 min)

Je rozdělena na 6 základních bloků, ve kterých se účastníci školení seznámí zejména s praxí na speciálně upravené výrobní lince. V první fázi jsou rozděleni na dvě skupiny přičemž 5 studentů je rozmístěno na 5 pracovišť výrobní linky, zbylých 5 studentů bude pozorovat proces svých kolegů. Účastníci školení jsou seznámeni s principem linky (pásová výroba) s tím, že každý má za úkol pracovat podle návodky. V dalším kroku jsou účastníkům rozdány náhlavní soupravy AR a dochází k prvnímu spuštění programu, kalibraci na oči a následně k načtení kódu, který je umístěn na pracovišti. Po načtení tohoto kódu si vyberou své pracoviště (to na kterém se aktuálně nachází). Zvolením pracoviště spouští činnost.

Obr.23. Vizualizace AR modulu pracovní návodka – praktická část



Zdroj: Autor práce

Účastníci školení, toho času výrobní dělníci na speciální lince, vidí pomocí rozšířené reality výrobní postup, podle kterého mají tvořit. Výroba začíná. Druhá skupina kolegů pozoruje kolegu na konkrétním pracovišti a sleduje jeho činnost a identifikuje plýtvání. Po vyrobení 2ks výrobků se účastníci školení posunou o jedno pracoviště s tím, že poslední pracovník na stanici č.5 se stává pozorovatel a na druhé straně jeden pozorovatel se stává pracovníkem na stanici č.1.

Na závěr tohoto modulu proběhne shrnutí. Účastníci školení se nachází u flip chartu a diskutují o činnosti, kterou prováděli, o zážitcích, které z činnosti měli. Zaznamenávají také plýtvání v procesu, které bylo odhaleno. Lektor popisuje další postup a demonstruje výsledky na grafu. Postupně se tak účastníci dostávají zpět do procesu aktuálního školícího modulu, jež je popsán v teoretické části této práce.

Obr.24. Výrobní linka s postupem v AR včetně vyhodnocení lektorem



Zdroj: Autor práce

Výsledkem, cílem kurzu „pracovní návodka v AR“ není jenom to, že si účastníci odnáší zážitek v podobě využívání nových technologií, zábavy se zapojením více smyslu a lepší vstřípení znalostí kterými mohou obohatit svá skutečná pracoviště. Vidíme tu také i zefektivnění činnosti lektora, který již nemusí vysvětlovat každé pracoviště všem pracovníkům zvlášť, ale může se spolehnout na technologii AR, která interaktivně komunikuje se studentem a názorně mu zobrazuje pracovní návod. Dochází tak k časové úspoře na zapracování studentů s přínosem zážitkového učení.

### 5.1.2 SW nastavení lektorem

Tvorba samotné AR návodky není pro lektora ovšem nijak snadná činnost. Při zadávání dat je potřebné zaškolení na použitý SW. Je nutná příprava v rozvržení stromové struktury dat, jejich posloupnosti a dílčích navazujících kroků. Velký důraz se klade na provázanost kroků. V rámci tohoto použitého SW je nutné také zvolit uživateli tu variantu, že daná činnost nelze provést z nějakého důvodu, kde účastník školení bude mít např. volbu na přivolání koordinátora týmu.

Do SW je také nutné nahrát fotografie jednotlivých výrobních postupů od samotných vstupujících dílů až po finální komponent jakožto výstupní výrobek z daného pracoviště. Nedílnou součástí je také určitá přívětivost uživatelského rozhraní, tak aby dotyčnému bylo zřejmé, v jaké fázi postupu se nachází.

Obr.25. Zadávání dat do SW AR

Pracovní návodka (AR) - Implementace AR do výukového modulu Expert (1.kolo, LKW)

**Pracoviště č.1**  
Last inspection 18.03.2022

**Pracoviště č.2**  
Last inspection 08.04.2022

**Pracoviště č.3**  
Last inspection 18.03.2022

**Pracoviště č.4**  
Last inspection 18.03.2022

Škoda PSZ Home Media

Pracoviště č.1

Pracovní návodka pro pracoviště č.1, model LKW

Previous check date 18.03.2022

Upcoming check date 25.03.2022

Media LC\_P1 + ADD MEDIA

**Task steps**

Name	Description		
Díly	Vezmi z KLT 10 ks disků a 10 ks pneumatik	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kompletace	Vlož disky do pneumatik	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lisování	Umísti komplet do lisu a zafixuj (použij páku lisu)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Odložení dílu	Odeber z lisu hotové kolo a vlož ho do palety na výrobní lince	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pracoviště č.1	Chcete začít zaškolení na pracovišti č.1 ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zavolej lektora!	V případě, že činnost nelze z nějakého důvodu provést, informuj lektora o problému.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Add task step

Save Save&back Back

Zdroj: Autor práce

Samozřejmě lze pak pro zobrazení postupu po načtení vygenerovaného QR kódu použít také mobilní telefon či tablet. Zde se uživatelské rozhraní určitým způsobem liší, zážitek v zobrazování informací tu není takový. Nicméně lze i pomocí mobilního telefonu pracovní návodka efektivně využívat.

Obr.26. Vizualizace návodky AR modulu z mobilního telefonu

ŠKODA

**Lisování**  
Umísti komplet do lisu a zafixuj (použij páku lisu)

**Odložení dílu**  
Odeber z lisu hotové kolo a vlož ho do palety na výrobní lince

**Nasazení kol**  
Odeber z KLT 6ks kol a umísti je na osy

**Odložení kompletu**  
Odeber hotový komplet z přípravku a vlož ho do palety umístěné na vatečkovém dopravníku.

Problém Hotovo

Problém Hotovo

Problém Hotovo

Problém Hotovo

Zdroj: Autor práce

## 5.2 Autonomní údržba v AR

Koncept školení v AR na téma autonomní údržby spočívá v návaznosti na teoretickou část k tématu údržba zařízení. Následně se celá skupina žáků či školeného personálu odebere na předem připravené pracoviště umístěné nedaleko výukového modulu speciálně upravené výrobní linky. Na místě se nachází stojanová vrtačka, kterou jsem využil jako prostředek k nacvičení dovedností pro spuštění stroje a autonomní prohlídky strojního zařízení pomocí AR.

### 5.2.1 Postup výuky

Účastníkům školení je v úvodní části lektorem představeno zařízení. Popsán princip zařízení a jsou tu zmíněny i určitá kritická místa, na které je nutné si dát pozor. Následuje přistoupení ke stroji a proškolení o bezpečnosti práce. Zmíněny jsou především upnutý oděv, zakryté dlouhé vlasy a absence řetízků a hodinek. Studentům je představen klasický papírový postup, podle kterého se provádí údržba stroje. Nevýhodou tohoto postupu je, že nezaládaný člověk nezvládne podle něho efektivně postupovat a je nucen se doptávat, postup tak slouží především údržbě.

Obr.27. Tréninková vrtačka včetně vizualizační obrazovky



Zdroj: Autor práce

V další fázi školení je skupina seznámena už jen okrajově s tématem rozšířené reality včetně jejich přínosů a příkladů použití v praxi, jelikož danou problematiku již znají z předchozího tématu začleněného do použití AR ve výukovém modulu. Lektor si však znalosti skupiny krátce ověří otázkami do pléna. Navazuje tak na didaktickou zásadu aktivity a žákovy uvědomělé práce, zjišťuje tak posloupnost kontextu poznatků od studentů, zda znají smysl činností, které se naučili. Jedná se o činnosti, které praktické části předcházejí a studenti je musí znát z důvodu následného praktického výkonu.

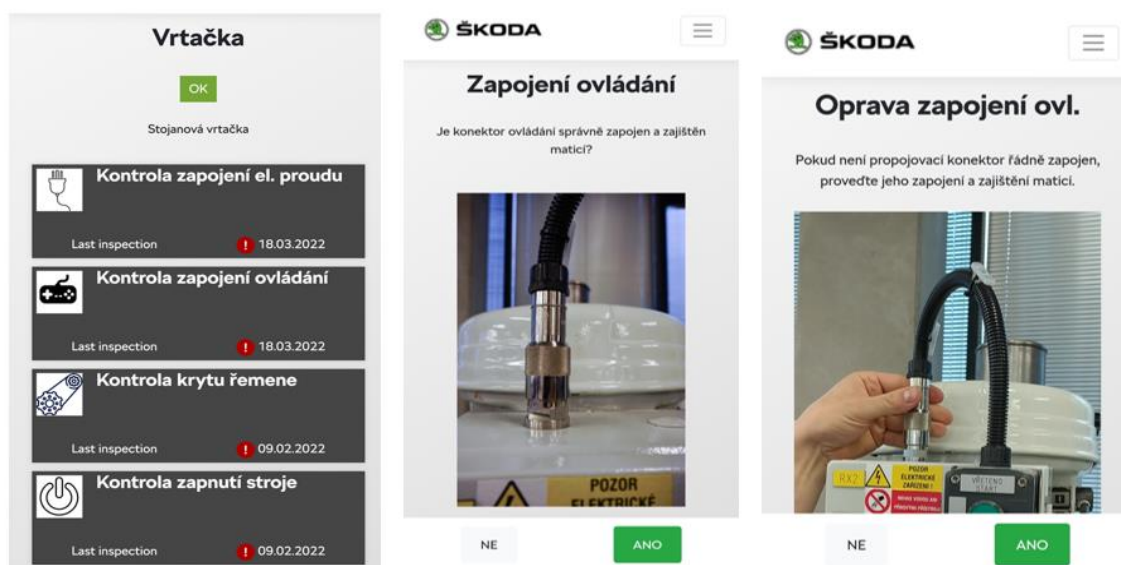
Lektor a účastníci školení mají opět u linky k dispozici velký monitor s úhlopříčkou 150 cm, kde ostatní účastníci školení pozorují počínání svých kolegů. Jedná se zde o výuku v AR vždy pro jednoho žáka, postup je tedy nutno zopakovat, aby si každý pracovník činnost zažil. Tento přístup úzce souvisí se zásadou názornosti, kdy je důležité zafixování a zlepšení zapamatování. Klade se důraz na aktivitu všech žáků při vyučování a návaznost na filozofickou triádu Manus-Ratio-Oratio.



Opět musím vyzdvihnout přínos AR v tom, že se lektor se již nemusí věnovat každému účastníku zvlášť, návod promítaný do AR je intuitivní a zvládne ho každý. Školitel je ale i tak k dispozici, dohlíží na samostatnou práci studentů.

Na pracovišti stojanové vrtačky je studentům promítán pracovní postup prostřednictvím náhlavní soupravy před sebe, vidí tedy aktuální pracovní kroky, které je třeba udělat. Učitel zde opět dbá na to, aby žáci znali smysl činností, které prakticky provádějí. Jde tu o jejich uvědomění a rozvoj jejich motorických dovedností. Mají zde i možnost zavolání údržby/lektora přes SW v brýlích, kterým jim toto umožní. Lektor je vždy k dispozici pro případné otázky.

Obr.28. Vizualizace postupu AR modulu z mobilního telefonu

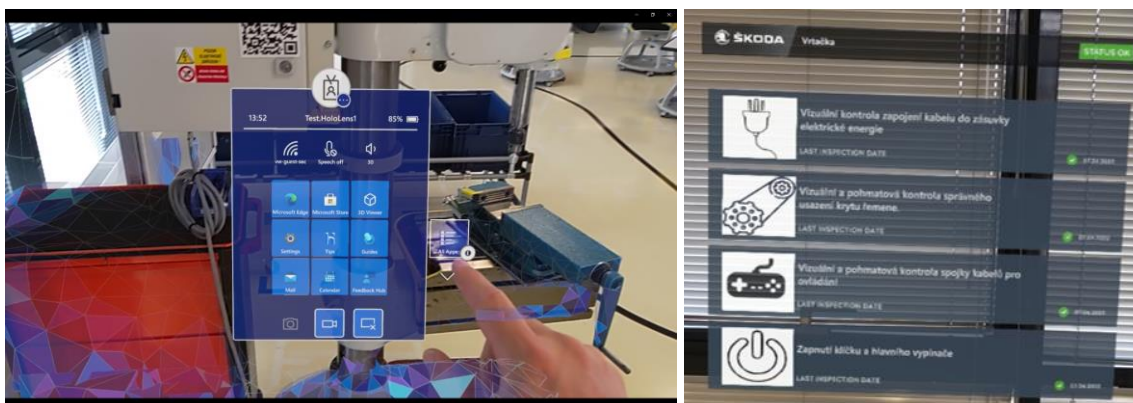


Zdroj: Autor práce

Cílem je účastníkům školení předvést, jak efektivně kontrolovat stav strojního zařízení v provozu. Ukázat jim, že dnešní moderní technologie umožňují provádět tyto činnosti efektivně bez dlouhého zapracování. Jedná se tu o zážitkové učení s upevněním znalostí a zmíněných dovedností. V případě nedostatku, špatné funkce systému či chybějícího dílu, je pracovník tak schopen tento problém ihned identifikovat a zaznamenat ho, což je následně důležité pro budoucí správný chod strojního zařízení a předcházení jeho následným poruchám. U studentů tak dochází k efektivnímu propojení s teorií, kterou se naučili, s následným ověřením a zažitím praktické části.

## 5.2.2 Časový rozvrh a potřebné zařízení

Obr.29. Vizualizace AR modulu v brýlích účastníka – kontrolní postup



Zdroj: Autor práce

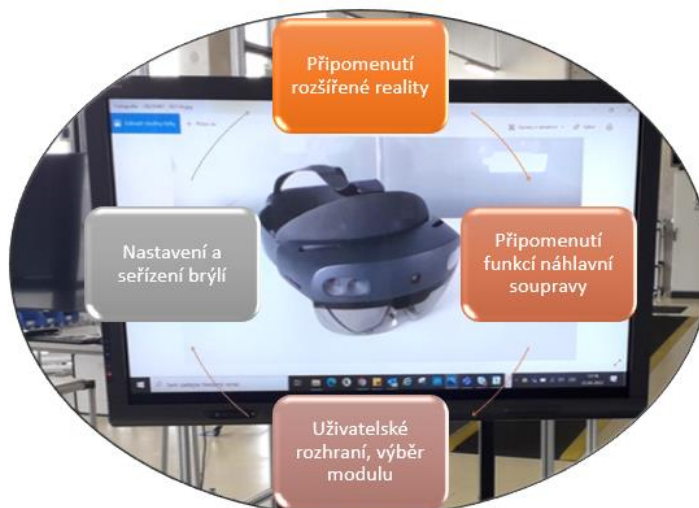
### Učební pomůcky:

- PC
- HoloLens-náhlavní souprava 5x
- SW-Holografický operační systém Windows
- Monitor-úhlopříčka 150
- Výukový modul – stojanová vrtačka

### **Teoretická část (10 min)**

Tato část je opět rozdělena do 4 krátkých bloků. Účastníci školení nicméně již vědí, jak náhlavní souprava funguje, dochází tak pouze k připomenutí základních možností využití v automobilním průmyslu.

Obr.30. Vizualizace AR modulu pracovní návodka – teoretická část



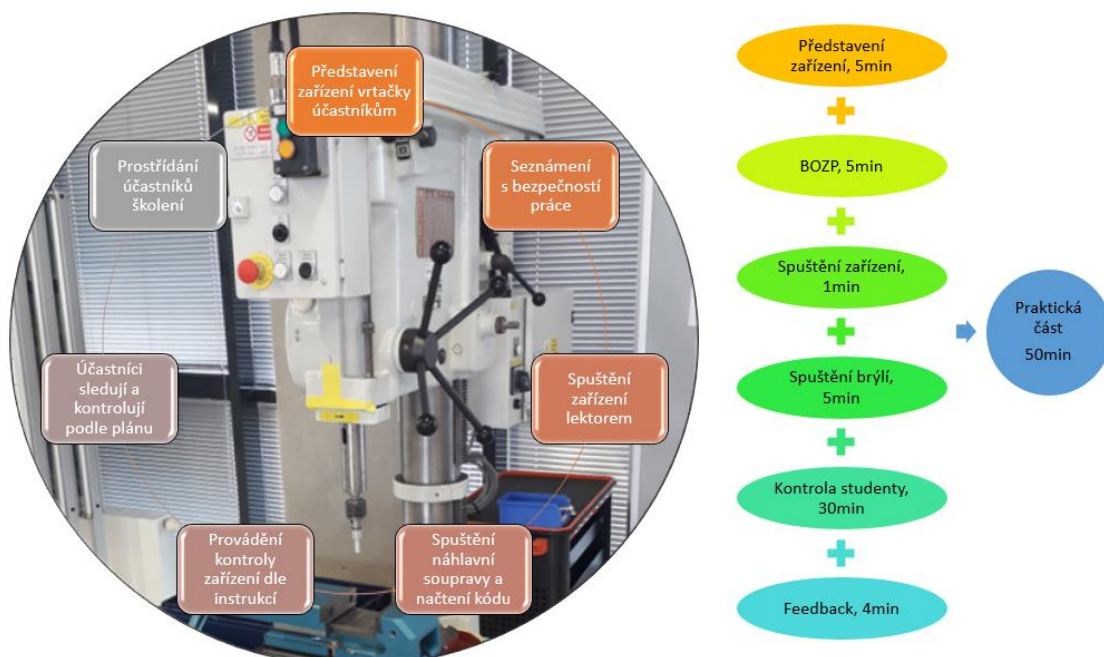
Zdroj: Autor práce

Lektor náhodně účastníky školení vyvolává a pokládá jim otázky na jednotlivé funkce a nastavení brýlí pro AR. Žáci mohou následně po vyzvání učitele své spolužáky doplňovat. Probíhá procvičování získaných znalostí.

## Praktická část (50 min)

Je rozdělena na dvě samostatné části. Při té první probíhá lektorem metoda názorně demonstrační, při které studenti obecně pozorují činnost lektora se zařízením. V úvodu je jim představeno samotné zařízení. Jsou popsány základní části vrtačky včetně činnosti, které se na ni dělají. Jedná se o tréninkové zařízení, tak je v místě upnutého vrtáku, upnutý čep. Je to z toho důvodu, aby bylo minimalizováno zranění. Lektor vrtačku spustí, aby studenti viděli, že funguje. Toto je důležité, aby viděli, neboť lektor toto zařízení následně záměrně uvede do neprovozného stavu. Udělá to tehdy, až si budou studenti opodál spouštět náhlavní soupravy.

Obr.31. Vizualizace AR modulu kontrolní postup – praktická část



Zdroj: Autor práce

V druhé fázi tohoto školení dochází k samostatné práci studentů. Praxe za účasti deseti studentů, přičemž 5 školených si postupně nasazují brýle AR a dalších 5 studentů kontroluje postup dle vytištěného návodu. Jeden účastník má brýle AR a jde kontrolovat postup s kolegou, který má vytištěný papírový návod s kontrolou.

Ostatní školení vše mohou sledovat na velké obrazovce, jelikož náhlavní souprava jejich kolegy sdílí na obrazovku to, co kolega vidí. Oba provádí postup dle instrukcí, které mají k dispozici. Brzy ovšem zjistí, že daleko přehlednější je postup, který je integrován v náhlavní soupravě uživatele. Jsou zde totiž znázorněny i pochůzky ke vzdálenějším vypínačům, které lektor předtím vypnul. Další závady na vrtačce nejsou jen takto triviální, i když hledání správného vypínače může být s papírovou verzí problematické. Lektor rozšrouboval i různá spojení, záměrně např. nedovřel i víko s rozvodovými řemeny.

Úkolem studentů je na dané věci přijít a následně roztočit vřeteno vrtačky.

Při porovnání jednotlivých postupů je jednoznačně výhodnější názornost a způsob navádění v rámci náhlavní soupravy uživatele.

V papírové verzi je například uvedeno:

1. Zkontroluj zapojení stroje. Je zástrčka stroje řádně zapojena do zásuvky elektrické energie? Pokud není zástrčka zasunuta na doraz proveď její zasunutí a zajištění.
2. Je konektor ovládání správně zapojen a zajištěn maticí? Pokud není propojovací konektor řádně zapojen proveďte jeho zapojení a zajištění maticí.

Účastník školení, který má papírovou verzi návodu autonomní údržby se bohužel nedozví, jak danou věc správně opravit, tak aby byla funkční. Postupuje tedy technikou pokus-omyl. Nemá obrazový návod ani možnost video návody jako uživatel náhlavní soupravy. Navíc mu chybí také již zmíněná navigace na vzdálenější místo, jak vidíme v obrázku níže.

*Obr.32. Příklad vizualizace AR modulu v brýlích účastníka s pochůzkou – kontrolní postup*



*Zdroj: Autor práce*

V závěru se lektor dostává k vyhodnocení modulu autonomní údržby. Dochází k volné diskusi se zapojením lektora, při níž si účastníci sdělují pocity, jaké měli z porovnání těchto dvou odlišných postupů údržby strojního zařízení. Diskuse probíhá i nad tématem dalšího využití tohoto systému kontroly s možností dalšího rozvoje.

## 6 Další rozvíjení AR ve výukového modulu

V rámci této kapitoly se zamýšlím nad dalším rozvíjením AR ve výukových modulech. Výše jsem uvedl dva příklady aplikace AR pro výuku, přičemž jeden z nich je využit jako pracovní návodka a druhý jako kontrola jednotlivých kroků údržby.

Při realizaci obou řešení jsem si uvědomil, že dosti záleží na použitém zobrazovacím SW v náhlavní soupravě (jedná se o použitý „use case“). Kontrolní „use case“, který mám k dispozici v brýlích HoloLens 2 je zaměřen spíše ke kontrolnímu režimu. Použil jsem ho ale i na zobrazování pracovních návodků v jednotlivých krocích.

Účastníkům se tak přenáší pracovní postup do náhlavní soupravy a jsou naváděny v dalších krocích sestavení dílu. Nicméně brýle HoloLens 2 toho umí daleko víc. Rozvinutí systému je v použitém SW, který ještě bohužel v této době nemám k dispozici, jedná o SW FATA MORGANA, který ještě více umocní zážitek z pracovního postupu. Jedná se o zobrazování dílů v 3D modelech.

**Cenová kalkulace:** bez brýlí HoloLens 2 vychází cca na 37 tis. €

V této ceně je zahrnut:

- Software (Fata Morgana) plovoucí licence
- Tablet (Microsoft)
- Wi-Fi (router))
- Maintenance (aktualizace SW, online podpora)

K ceně je nutné připočítat 5ks náhlavních souprav HoloLens 2 jenž aktuálně kompletně vycházejí na 19,5 tis. €.

Celkově se tedy dostaneme se **SW Fata Morgana a 5 ks náhlavních souprav na 56,5 tis. €** (v aktuálních cenách (04/2022)).

*Obr.33. Fata Morgana od Pocket Virtuality*



Zdroj: [www.pocketvirtuality.com](http://www.pocketvirtuality.com)

Ze zdroje [www.pocketvirtuality.com](http://www.pocketvirtuality.com) uvádím obsah softwarové části:

SW FM Studio, který je pro Fata Morgana potřebný pracuje na základě řídicího systému pro Microsoft Windows a obsahuje 3 režimy, jedná se o režim úprav, řízený provoz a řízenou kontrolu.

Režim úprav – díky tomuto režimu je možné vytvářet scénáře sestav nebo údržby, které lze následně zobrazit v rozšířené (AR) nebo virtuální (VR) realitě. Pro vytvoření scénáře uživatel importuje CAD model ve formátu .obj, .stl, .ply, .fbx, .3ds, .dae. Software zachová hierarchii daného modelu. Poté již stačí vybrat požadovanou část modelu a provést požadovanou akci (drag&drop). K vytvoření kompletního scénáře není nutná znalost žádného programovacího jazyka.

Řízená operace – používá se především k zobrazení vytvořených scénářů, jejich nahrání do brýlí pro rozšířenou nebo virtuální realitu MS Hololens 2 a vzdálenému spouštění kroků scénáře. V tomto režimu je také možné zobrazit rozšířené video z náhlavní soupravy operátora.

Řízená kontrola – díky ní je možný dohled a vedení operátora a také k zobrazení naskenovaného prostředí ve 3D. Je možné také sledovat video z náhlavní soupravy operátora, video z externích kamer (např. makro nebo endoskop), pracovat se snímaným prostředím, vkládat anotované značky nebo měřit rozměry předmětů.

## 6.1 Výhody

Největší výhodou tohoto SW vidím v detailním zobrazování dílů ve spojitosti s 3D modelem, který je do systému nahrán. Pracovník si tak díl může prohlédnout, jsou mu programově nabídnuté umístění dílu, jeho správná poloha, popis činností a také i směr, kterým má díl umístit. Tento systém zobrazení pomáhá předejít tedy chybám v montážních procesech, a navíc naučí defacto personál hravou formou správnému, a hlavně efektivnímu zapracování.

Po úvodním školení, kde lektor vysvětluje princip funkce AR, brýlí a dalších náležitostí s tím spojených, následuje samostatná práce zaměstnance, kde lektor např. pomocí tabletu či PC pouze kontroluje či jen nahlédne na stav pracovníkovi činnosti.

Obr.34. Vizualizace zapůjčeného SW Fata Morgana pro HoloLens 2



Zdroj: Autor práce

Výše uvedený způsob výuky jednoznačně doporučuji pro rozvoj tréninkových dovedností personálu. Je zaměřen na více smyslů účastníka tréninku, dokáže tak ve větší míře zajistit efektivní vstřípení získaných znalostí.

# Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval tématem implementace AR do výukového modulu, jehož cílem je seznámit účastníky školení s procesem štihlé výroby (výrobního systému) v praxi za pomoci prvků průmyslu 4.0., tak aby byli schopni využít své získané znalosti a dovednosti v procesu výroby či ve své stávající nebo budoucí profesi.

Téma bakalářské práce na implementaci výuky pomocí AR bylo vybráno záměrně. Bylo to tím, že se někteří účastníci školení sami při zpětné vazbě zmiňovali o tom, že existují pracovní návody a údržba zařízení prostřednictvím AR technologie. Zájem o toto téma ve mně vzbudilo i to, že jsem si danou technologii sám vyzkoušel a nabyt jsem tak názoru, že by tento přístup ve vzdělání mohl být přínosem. Z dotazníkového šetření, které jsem vytvořil, se tento zájem i potvrdil.

Do výukové modulu jsem navrhl a následně zapracoval dvě vhodná řešení v tématu efektivní práce s pracovní návodkou a autonomní údržby strojního zařízení za přispění AR.

V rámci realizace bakalářské práce jsem se také detailně seznámil se SW pro AR, do kterého jsem musel zadat informace, které účastník tréninku vidí v brýlích. Zabýval jsem se také vhodnějším řešením pro ještě efektivnější práci s pracovní návodkou. V závěru bakalářské práce navrhuji, jakým směrem by bylo dle mého názoru vhodné se dále ubírat a jaké jsou pro toto nutné investice zejména spojené se SW licencí Fata Morgana.

Závěrem rád dodám, že po nastudování odborných publikací na dané téma, uplatněním získaných poznatků ze studia pedagogiky a didaktiky a vlastním zapojením do problematiky AR jsem se jen utvrdil v tom, že princip výuky v AR budu jednoznačně doporučovat pro rozvoj tréninkových dovedností personálu.

Dovoluji si tvrdit, že zadaný cíl ve své bakalářské práci jsem splnil.

## Seznam použité literatury

1. BAUER, Miroslav, kolektiv autorů. *Kaizen, cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. BizBooks.: Brno 2012. ISBN 978-80-256-0029-2
2. DRAHOVZDAL, Jan a kol. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Paido 1997. ISBN 80-85931-35-4
3. FILOVÁ, Hana, MAŇÁK, Josef, STRACH, Jiří, ŠIMONÍK, Oldřich, ŠTÁVA Jan, ŠVEC, Vlastimil. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Pedagogická fakulta MU v Brně, 1996. ISBN 80-210-2798-3.
4. MAŇÁK, Josef, ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Paido: Brno 2003. ISBN 80-7315-039-5
5. SVOBODA, Emanuel, BEČKOVÁ, Věra, ŠVERCL, Josef. *Kapitoly z didaktiky odborných předmětů*. Praha České vysoké učení technické v Praze, 2004. ISBN 80-01-02928-X
6. VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana, *Pedagogika pro učitele*. Grada 2011. ISBN 978-80-247-7840-2
7. VANĚČEK, David a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.
8. VETEŠKA, Jaroslav. *Přehled Andragogiky: úvod do studia vzdělávání a učení se dospělých*. Portál: Praha 2016. ISBN 978-80-262-1026-9



## Seznam zdrojů

1. Model utváření dovednosti. MAŇÁK, Josef, ŠVEC, Vlastimil. Výukové metody (2003)
2. Historie a vývoj rozšířené reality [online]. 2021 [cit. 2022-03-05]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozšířená\\_realita](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozšířená_realita)
3. Časová osa vývoje rozšířené reality [online]. [cit. 2022-03-05]. Dostupné z <https://www.bing.com/images/search?q=history+of+augmented+reality+timeline>
4. Kruegerova laboratoř umělé reality Videoplace [online]. 2021 [cit. 2022-03-05]. Dostupné z <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html>
5. Kruegerova laboratoř umělé reality Videoplace [online]. 2020 [cit. 2022-03-05]. Dostupné z [https://en.wikipedia.org/wiki/Myron\\_W.\\_Krueger](https://en.wikipedia.org/wiki/Myron_W._Krueger)
6. Google glass [online]. 2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Google\\_Glass](https://cs.wikipedia.org/wiki/Google_Glass)
7. Náhlavní souprava Microsoft HoloLens 2 [online]. 2022 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z <https://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware>
8. Vizualizace pracovních činností v AR [online]. 2022 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z [www.microsoft.com/en-us/hololens/industry-manufacturing](http://www.microsoft.com/en-us/hololens/industry-manufacturing)
9. Budoucnost náhlavní soupravy od společnosti Microsoft [online]. 2022 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z <https://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware>
10. Technologie virtuální reality [online]. 2022 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z <https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality>
11. Technologie rozšířené reality [online]. 2022 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z [https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_reality](https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality)
12. Průmyslové aplikace pro rozšířenou realitu [online]. [cit. 2022-03-11]. Dostupné z <https://psu.pb.unizin.org/ist110/chapter/6-2-augmented-reality>
13. Zeitspreizung [online]. 2022 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z [www.bvl.de](http://www.bvl.de)
14. OEE – druhy ztrát, BAUER, Miroslav, kolektiv autorů. Kaizen, cesta ke štíhlé a flexibilní firmě (2012)
15. Milk run [online]. 2022 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z [https://www.escare.cz/wp-content/uploads/2019/11/zavazeni\\_milkrun.png](https://www.escare.cz/wp-content/uploads/2019/11/zavazeni_milkrun.png)
16. Strojové učení [online]. 2022 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z <https://aiexpress.io/wp-content/uploads/2022/01/Machine-Learning-Tutorial-for-Beginners.png>
17. Gesta HoloLens2 [online]. 2022 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/329148998/figure/fig2/AS:696116504973318@1542978516912/The-common-air-tap-gesture-used-in-the-HoloLens-application.png>
18. Fata Morgana od Pocket Virtuality [online]. 2022 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z [www.pocketvirtuality.com](http://www.pocketvirtuality.com)

# Seznam obrázků

Obr.1. Model utváření dovednosti.....	14
Obr.2. Damoklův meč .....	17
Obr.3. Princip studia umělé reality od Myrona Krugera .....	18
Obr.4. Brýle pro rozšířenou realitu Google Glass .....	19
Obr.5. Google Glass s uživatelem.....	19
Obr.6. Náhlavní souprava HoloLens 2.....	19
Obr.7. Vizualizace pracovních činností v AR .....	21
Obr.8. HoloLens při výuce .....	22
Obr.9. Speciálně upravená výrobní linka výukového modulu .....	25
Obr.10. Rozdělení plýtvání v procesu výroby .....	26
Obr.11. OEE – druhy ztrát .....	27
Obr.12. Zeitspreizung.....	28
Obr.13. Milk Run .....	29
Obr.14. Strojové učení .....	30
Obr.15. Tréninkové vozidlo (LKW) .....	31
Obr.16. Vytaktování pracovišť – úspora personálu.....	32
Obr.17. Úvod k dotazníkovému šetření .....	34
Obr.18. HoloLens 2 - set.....	42
Obr.19. HoloLens 2 - gesta .....	43
Obr.20. Pracoviště výukového modulu s vizualizační obrazovkou .....	44
Obr.21. Vizualizace AR modulu – pracovní návodka.....	45
Obr.22. Vizualizace AR modulu pracovní návodka – teoretická část.....	45
Obr.23. Vizualizace AR modulu pracovní návodka – praktická část .....	46
Obr.24. Výrobní linka s postupem v AR včetně vyhodnocení lektorem .....	47
Obr.25. Zadávaní dat do SW AR.....	48
Obr.26. Vizualizace návodky AR modulu z mobilního telefonu .....	48
Obr.27. Tréninková vrtačka včetně vizualizační obrazovky .....	49
Obr.28. Vizualizace postupu AR modulu z mobilního telefonu .....	50
Obr.29. Vizualizace AR modulu v brýlích účastníka – kontrolní postup.....	51
Obr.30. Vizualizace AR modulu pracovní návodka – teoretická část.....	51
Obr.31. Vizualizace AR modulu kontrolní postup – praktická část .....	52
Obr.32. Příklad vizualizace AR modulu v brýlích účastníka s pochůzkou – kontrolní postup .....	53
Obr.33. Fata Morgana od Pocket Virtuality .....	54
Obr.34. Vizualizace zapůjčeného SW Fata Morgana pro HoloLens 2 .....	55

## Seznam grafů

Graf 1 – otázka č.1.....	33
Graf 2 – otázka č.2.....	33
Graf 3 – otázka č.3.....	34
Graf 4 – otázka č.4.....	34
Graf 5 – otázka č.5.....	35
Graf 6 – otázka č.6.....	35
Graf 7 – otázka č.7.....	36
Graf 8 – otázka č.8.....	36
Graf 9 – otázka č.9.....	37
Graf 10 – otázka č.10.....	37
Graf 11 – otázka č.11.....	38
Graf 12 – otázka č.12.....	38
Graf 13 – otázka č.13.....	39
Graf 14 – otázka č.14.....	39

# Seznam tabulek

Tabulka č.1: Technické specifikace Microsoft HoloLens 2 .....	18
---------------------------------------------------------------	----

# Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této bakalářské práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Josef Král

V Praze dne: 05. 05. 2022

Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis