

# **Vplyv 3D technológií na proces tvorby designu**

MgA. Jakub Hrdina, Ph.D.

Teze disertační práce



# Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

## Fakulta multimediálních komunikací

Téza dizertačnej práce

### **Vplyv 3D technológií na proces tvorby designu**

**Influence of 3D technologies on process of creating design**

Autor: **MgA. Jakub Hrdina**

Studijní program: P8206 Výtvarná umění

Studijní obor: 8206V102 Multimédia a design

Školitel: doc. Ferdinand Chrenka, akad. soch.

Oponenti: prof. Ing. Štefan Schneider, PhD.  
doc. PhDr. Zdeno Kolesár, Ph.D.

Zlín, jún 2018

© MgA. Jakub Hrdina

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici **Doctoral Thesis Summary**.  
Publikace byla vydána v roce 2018

*Klíčové slová: 3D technológie, 3D tlač, 3D sken, 3D pero, 3D modelovanie, 3D vizualizačné technológie, holografia, virtuálna realita, umelá inteligencia, progresívne technológie, design, nové média*

*Key words: 3D technologies, 3D print, 3D scan, 3D pen, 3D modeling, 3D visualisation technologies, holografy, virtual reality, artificial inteligency, progressive technologies, design, new media*

Plná verze disertační práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

ISBN 978-80-7454-759-1

## **ABSTRAKT**

Hlavnou úlohou dizertačnej práce je analýza využitia 3D technológií v procese tvorby designu a ich vplyvu v rámci celého procesu tvorby designu.

Cieľom teoretickej časti práce je zdokumentovať aktuálny stav 3D technológií od ich začiatku až po súčasnosť, venovať sa jednotlivým druhom 3D technológií a ich aplikácii v postupných krokoch kreatívneho procesu tvorby designu. K jednotlivým krokom procesu sú priradené dané 3D technológie spolu s novými médiami, ktoré môžu mať priaznivý vplyv na zlepšenie či zjednodušenie daného procesu.

Ďalej je práca zameraná na rozbor metodiky designerskej práce s využitím 3D technológií.

Hlavnou úlohou praktickej časti práce je vývoj interaktívneho vizualizačného systému, ktorý slúži na prezentáciu priemyselného designu.

## **ABSTRACT**

The main task of the dissertation is to analyze the use of 3D technologies in the process of creating design and their influence through the whole design process.

The aim of the theoretical part of my work is to document the actual state of 3D technologies from the beginning to the present, also to deal with the different types of 3D technologies and their application in the steps of the creative design processes. The individual steps of these processes are associated with the 3D technology along with new media that can have a positive impact on improving or simplifying these design processes.

In addition, the work is focused on the analysis of the methodology of design work using 3D technology and new media.

The main task of the practical part of the thesis is the development of an interactive visualization system, which serves to present industrial design.

# Obsah

ABSTRAKT .....	3
ABSTRACT .....	3
1. ÚVOD .....	6
2. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....	7
3. CIELE .....	8
3.1 Voľba témy .....	8
4. TEORETICKÁ ČASŤ .....	9
4.1 Vymedzenie pojmu trojdimenzionálnosť .....	9
4.2 Definícia a rozdelenie 3D technológií .....	9
4.3 História vývoja 3D technológií .....	10
4.4 Proces tvorby designu .....	10
4.4.1 Popis jednotlivých krokov procesu tvorby designu .....	10
4.5 3D technológie – charakteristika .....	11
4.5.1 CAD .....	12
4.5.2 3D skenovanie .....	12
4.5.3 RP a 3D tlač .....	14
4.5.4 Virtuálne technológie .....	15
4.5.5 Zobrazovacie 3D technológie .....	16
5. ZVOLENÉ METÓDY SPRACOVANIA .....	18
6. PRAKTICKÁ ČASŤ PRÁCE (VÝSTUPY) .....	18
6.1 Vývoj interaktívneho vizualizačného systému .....	19
6.1.1 Vytvorenie konceptu vizualizačného systému - prototyp I .....	19
6.1.2 Interaktívna pseudo-holografia – prototyp II. ....	21
6.1.3 Interaktívna pseudo-holografia – prototyp III. ....	22
7. PRÍNOS PRÁCE .....	24
8. ZÁVER .....	25
English part.....	26
9. CURRENT SITUATION OF THEME .....	26
10. THE AIMS.....	26

11.	THEORETICAL PART .....	27
11.1	Definition and division of 3D technologies .....	27
11.2	History of 3D technologies development.....	27
11.3	Design process.....	27
11.4	Characteristics of 3D technologies.....	28
11.4.1	CAD.....	28
11.4.2	3D scan .....	28
11.4.3	RP and 3D printing.....	29
11.4.4	Virtual technologies .....	29
11.4.5	3D display technologies.....	29
12.	PRACTICAL PART.....	30
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....	31
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK.....	35
	ZOZNAM OBRÁZKOV .....	36
	UMELECKÉ AKTIVITY AUTORA.....	37
	ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA .....	38

# 1. ÚVOD

*“Never before in history has innovation offered promise of so much to so many in so short a time.” [1]*

*Bill Gates*

---

Rýchly vývoj v oblasti digitálnych, výpočtových, kybernetických automatizačných technológií predurčil nástup 4. priemyselnej revolúcie, v ktorej sa v dnešnej dobe nachádzame, označovanej ako „INDUSTRY 4.0“ [2]. Internet, prepájajúci ľudí, služby, digitálne technológie a zariadenia, sa stali jedným z najdôležitejších prvkov 4. priemyselnej revolúcie. Takéto prepájanie poskytuje obrovské množstvá dát s možnosťou automatizovaného vyhodnocovania výsledkov, ktoré vedie k inovácii a automatizácii výrobných riešení. Výrobné prostredie sa prispôsobuje nástupu nových technológií. Takýmito novými technológiami sú napr. Big data analysis, cloudové riešenia, autonómni roboti, nanotechnológie, biotechnológie, umelá inteligencia, ako aj 3D technológie, ktorými sú napr. augmentovaná realita, virtuálna realita, 3D skenovanie, 3D tlač a mnoho ďalších 3D technológií.

Dané technológie prinášajú výrazné nové možnosti digitalizácie, automatizácie, zefektívňovania výroby, zrýchľovania procesu tvorby a robotizácie výrobných systémov [3].

3D technológie však okrem prínosov v technických odvetviach prinášajú obrovské možnosti i v oblasti umenia a tvorby, kam nepochybne patrí aj oblasť priemyselného designu. 3D technológie a hlavne 3D tlač už dávno prestala byť výsadou technických odvetví a stále viac preniká do oblastí, kde sa necháva priestor voľnosti a fantázii. S využitím virtuálneho trojrozmerného prostredia je možné napríklad 3D skicovať, modelovať, ale aj vytvárať simulácie a testovať designerske riešenia, čo značne „zjednodušuje“ designersku prácu. Nedá sa nespomenúť možnosti interaktívnej vizualizácie a iných technológií, ktorými sa budem zaoberať v ďalšej časti práce, ktoré zefektívňujú, ale hlavne robia atraktívnejšou prezentáciu designerskej práce.

## 2. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Ako už bolo povedané v úvode, 3D technológie sú v súčasnej dobe veľmi rýchlo rozvíjajúcou sa oblasťou a navyše, čo sa týka rozsahu, oblasťou veľmi širokou. Nástroje 3D technológií sa začínajú prispôsobovať bežným užívateľom, takže ich použitie je prístupné pre širšiu vrstvu používateľov. Osobitnú úlohu zohrávajú 3D technológie pri vývoji, či sa už jedná o vývoj z oblasti techniky, alebo o vývoj produktov z oblasti designu a v neposlednom rade aj v oblasti umenia a architektúry.

Nové technológie predstavujú pre kreatívnu myseľ nový nástroj a doplnok k už existujúcej palete postupov, ako čo najvernejšie vdýchnuť život myšlienkam a nápadom. V porovnaní s tradičnými metódami tvorby sú tieto technológie vďaka svojej technologickej podstate – vytváranie objektov spájaním častíc a vrstvením – skoro úplne zbavené tvarových obmedzení. Je možné napríklad vytvoriť objekty organických tvarov, ktoré by klasickými postupmi trvali neúnosne dlho, alebo by vôbec nebolo možné ich vyrobiť.

Keďže moderné 3D technológie sú tak rozšírené a pokrývajú veľký rozsah činností, v práci v teoretickej rovine nie je možné obsiahnuť ich komplexný popis. Preto sa snažím popísať jednotlivé vybrané (najviac používané) technológie a zároveň budem demonštrovať ich využitie v procese tvorby designu vizualizačného zariadenia.

Vizualizačné zariadenie, ktorému sa venujem v praktickej časti, je zariadenie, vyvíjané s cieľom vizualizovať 3D modely a dať divákovi príležitosť si tieto 3D modely interaktívne otáčať. Vizualizačné zariadenie je založené na princípe pseudo-holografie, ktorá je jednou z 3D vizualizačných technológií. Výsledkom vývoja je vizualizačné zariadenie, ktoré slúži všeobecne potrebám na prezentáciu designerských riešení ako aj pre potreby prezentácie prác študentov ateliéru produktového designu (APD). Prvotné fázy vývoja boli zamerané na technické riešenie, funkčnosť a interaktivitu. Následne vznikla veľkoformátová verzia vizualizačného zariadenia, ktoré bolo prezentované na 15. výročí APD. Vo finálnej fáze bol vytvorený design zmenšenej verzie.



## **3. CIELE**

### **3.1 Voľba témy**

Východiskom mojej dizertačnej práce je fakt, že 3D technológie prinášajú nové možnosti a prístupy do procesu tvorby priemyselného designu, zjednodušujú a zrýchľujú tento proces, umožňujú vytvárať objekty, ktoré predtým nebolo možné, alebo bolo veľmi technologicky, či finančne náročné vytvoriť inými tradičnými výrobnými technológiami. Prínos 3D technológií spočíva v tom, že umožňujú za pomerne krátky čas zosnímať reálny objekt a na základe neho vytvoriť 3D dáta, ktoré je možné ďalším využitím 3D technológií spracovať a tak získavať aj veľmi komplikované modely, ktoré by tradičným modelovaním boli veľmi časovo náročné. 3D vizualizačné technológie zase umožňujú designerom prezentovať design v 3D virtuálnom prostredí. V dnešnej dobe sa 3D technológie a virtuálna realita stávajú súčasťou designerskej práce.

Dizertačná práca je rozdelená na teoretickú a praktickú časť.

**Teoretická časť** práce je zameraná na:

- analýzu procesu tvorby designu tradičnými postupmi a s využitím 3D technológií,
- kategorizáciu, popis jednotlivých 3D technológií a ich využiteľnosť v designerskej tvorbe.

**Praktická časť** práce je zameraná na:

- otestovanie vhodnosti 3D zobrazovacej technológie a výber vhodného variantu,
- vytvorenie prototypov vizualizačného zariadenia a otestovanie funkčných vlastností,
- design interaktívneho vizualizačného systému s využitím 3D technológií.

## **4. TEORETICKÁ ČASŤ**

Teoretická časť práce je zameraná na 3D technológie, ktoré sú v tejto časti definované, popísané z pohľadu funkcionality a kategorizované podľa spoločných znakov a vplyvu na proces tvorby designu. Venuje sa jednotlivým fázam designerskeho procesu a aplikácii týchto technológií v príslušných fázach tvorby. Práca je venovaná najviac využívaným 3D technológiám v procese tvorby priemyselného designu, hlavne vo fáze navrhovania, výroby a prezentácie konečného výrobku.

### **4.1 Vymedzenie pojmu trojdimenzionálnosť**

Designerska práca využíva pri procese tvorby rôzne 3D technológie. Mohlo by sa javiť, že v niektorých prípadoch označenie takejto práce ako 3D nezodpovedá skutočnosti. Napríklad pri modelovaní v CAD programoch designer pracuje v 3 dimenziách, ktoré sú však sprostredkované pomocou 2D zobrazovacieho zariadenia (monitoru). Skutočnosťou ale je, že 3- dimenzionálne je práve modelovacie prostredie, ktoré je realizované vo virtuálnom prostredí. V 3D grafike sa môžeme stretávať s tým, že je označovaná ako trojrozmerná, pritom sa jedná iba o efekt trojrozmernosti, realizovaný pomocou princípov trojrozmerného vnímania, prezentovaného prostredníctvom 2D médií.

Trojrozmernosť môže človek vnímať rôznymi zmyslami, preto v práci popisujem základné princípy vnímania trojrozmernosti pomocou zraku a hmatu.

### **4.2 Definícia a rozdelenie 3D technológií**

3D technológiami sú súdržne označované technológie, ktoré pracujú s 3D prostredím, či už virtuálnym (počítačovým) alebo reálnym (fyzikálnym). Umožňujú vytvárať reálne - hmotné 3D objekty na základe matematického kódu, teda 3D dát s následným s využitím aditívnych technológií, ktorými sú napr. 3D tlač.

3D technológie môžeme rozdeliť do nasledujúcich skupín - podľa účelu, na ktoré sa využívajú a to: navrhovacie, výrobné, replikačné, zobrazovacie (prezentačné), testovacie (simulačné).

### **4.3 História vývoja 3D technológií**

V práci je podrobne popísaná história vývoja najdôležitejších 3D technológií ako napríklad CAD, 3D sken, 3D tlač, 3D pero, holografia a zobrazovacie technológie.

### **4.4 Proces tvorby designu**

Design môžeme definovať ako kreatívnu činnosť. Je to komplexný proces, ktorý zahŕňa myšlienkovú fázu od vzniku nápadu až po finálny produkt a jeho následnú prezentáciu. Metodikami sú označované zoradené súbory pracovných postupov. V mnohých odboroch je metodika pevne stanovená, v procese tvorby designu je to však iba akýsi orientačný pracovný postup. Vo všeobecnosti môžeme proces tvorby designu rozdeliť do nasledujúcich fáz:

- fáza analýzy, inšpirácií,
- skicovanie, na ktorom si designer overí tvarové riešenia, variácie, ktoré následne využije pri tvorbe 3D modelu,
- vytvorenie 3D CAD modelu pomocou 3D modelovacieho softwaru,
- vytvorenie prototypu, makety alebo skúšobného modelu,
- testovanie, korekcia prípadných chýb,
- výroba finálneho výrobku,
- prezentácia.

#### **4.4.1 Popis jednotlivých krokov procesu tvorby designu**

##### ***Fáza analýzy***

Vo všeobecnosti sa dá povedať, že v tejto počiatočnej fáze je analyzovaná daná problematika, je realizovaný prieskum trhu, konkurenčných riešení, pokiaľ nejaké existujú. V dnešnej dobe 3D technológie umožňujú okrem iného i hľadať konkurenčné riešenia a pomocou týchto technológií ich analyzovať.

##### ***Skicovanie, designerska kresba***

Designerska kresba slúži na rýchle, efektívne zachytávanie chodu myšlienok, nápadov, tvarových riešení pri tvorbe designu produktu.

Designersku kresbu v procese tvorby môžeme rozdeliť do skupín na základe účelu a jej zámeru [17] na: ideovú, prieskumnú, vysvetľujúcu a presvedčivú kresbu

### ***Vytvorenie 3D modelu***

CAD technológie sú nedoceneniteľnými nástrojmi pre designersku tvorbu, umožňujúce vytvárať virtuálne 3D modely a prototypy vysokej kvality, ktoré môžu byť vyhodnotené a následne vylepšené. V súčasnej dobe zohrávajú ústrednú úlohu pri vývoji a sú základnou súčasťou designerskej praxe.

### ***Výroba prototypu a finálneho výrobku***

Prvopočiatkom vývoja v tejto oblasti bola CAM (computer aided manufacturing) – počítačovo podporovaná výroba. CAD/CAM technológie umožnili rozvoj RP (rapid prototyping) – voľne preložené metóda rýchleho prototypovania, RM (rapid manufacturing) - metóda rýchlej výroby a AM (additive manufacturing) – aditívna výroba. Pojmy RP, RM a AM označujú skupinu počítačom riadených strojových procesov, ktoré sú využívané hlavne pri prototypovacej a výrobnjej fáze s využitím CAD súborov.

### ***Prezentácia***

3D vizualizačné a prezentačné zariadenia umožňujú prezentovať designerske riešenia, ktoré sú v CAD dátach, prinášajú interaktívny prístup, divák priamo zasahuje do prezentácie. Takéto systémy umožňujú aj archiváciu designerských riešení, môžu slúžiť ako informačný systém, do interaktívnej prezentácie môže byť vložená doplňujúca informácia v podobe hovoreného slova, prípadne multimediálna prezentácia, ktorá môže poukazovať na dôležité detaily, či funkcie a môže odprezentovať aj veľmi zložité mechatronické designerske riešenia, ktoré by tradičnými spôsobmi prezentácie bolo veľmi zložité, alebo nemožné odprezentovať.

## **4.5 3D technológie – charakteristika**

V tejto časti sú podrobnejšie popísané jednotlivé 3D technológie. Vzhľadom k tomu, že v súčasnej existuje veľké množstvo 3D technológií podrobne sú popisované tie, ktoré sú najdôležitejšie v jednotlivých fázach procesu tvorby designu a to vo fáze modelovania, prototypovania, výroby a prezentácie.

U každej z popisovaných technológií je uvedený princíp fungovania, rozdelenie a využitie v rámci priemyselného designu.

#### **4.5.1 CAD**

Počítačom podporované navrhovanie - CAD zahŕňa procesy, ktoré využívajú počítač a špecializovaný software, alebo súbor software na vytvorenie trojrozmerných modelov, ich vizualizáciu, simuláciu, či tvorbu výrobných dokumentácií produktov.

##### *Prístupy CAD modelovania*

- modelovanie povrchov (surface modeling),
- modelovanie telies (solid modeling),
- hybridné modelovanie,
- parametrické modelovanie.

Dnešné modelovacie softvéry bývajú zväčša hybridné, umožňujú použitie techniky modelovania povrchov aj telies. Parametrické modelovanie je taktiež súčasťou takýchto softvérov, býva však zahrnuté medzi nástroje, alebo je možné implementovať do modelovacieho rozhrania ako rozšírenie (plugin).

Metódy tvorby 3D modelov sa líšia v závislosti od programu. Modelovacie prístupy môžeme rozdeliť na:

- NURBS modelovanie
- polygonálne modelovanie
- parametrické modelovanie

V práci sú podrobne popísané jednotlivé modelovacie prístupy.

#### **4.5.2 3D skenovanie**

3D skenovanie definujeme ako proces prevodu fyzických objektov do digitálnych dát s využitím vhodného zariadenia - 3D skenera. 3D skener slúži k digitalizácii tvaru, štruktúry, či textúry fyzických modelov do digitálnej reprezentácie. Princíp digitalizácie objektov sa líši od druhu použitej technológie. Rozdelenie 3D skenerov je možné definovať na základe metódy snímania na: *kontaktné, bezkontaktné*.

**Kontaktné** skenery môžu byť deštruktívne a nedeštruktívne. Pri deštruktívnej metóde je fyzický model zničený za účelom podrobného skúmania vonkajších a vnútorných štruktúr modelu. **Bezkontaktné** 3D skenery zachytávajú 3D objekt bez nutnosti fyzického dotyku.

#### ***Kontaktné nedeštruktívne skenery***

- CMM 3D skener
- 3D skener s mechanickým ramenom
- 3D skener s robotickým ramenom

#### ***Bezkontaktné skenery***

Bezkontaktné skenery je možné rozdeliť podľa metódy použitej k získaniu digitálnych 3D dát a to na:

- reflexívne – delíme ďalej na optické, laserové, akustické, mikrovlnné, využívajúce štruktúrované svetlo
- magnetické
- transmisívne

V designerskej praxi sa najviac využívajú reflexívne optické bezkontaktné skenery. Popis jednotlivých technológií a ich ďalšie delenie a využitie je podrobne popísané v práci.

#### ***Reverzné inžinierstvo***

Reverzné inžinierstvo je proces, ktorý umožní vytvorenie duplikácie existujúcej časti alebo celého produktu bez výkresov, dokumentácie alebo počítačového modelu. Reverzné inžinierstvo môžeme teda definovať ako proces získavania 3D CAD modelu z geometrie, ktorú získame skenovaním - digitalizáciou existujúcich častí produktu.

#### ***Fotogrametria***

Fotogrametria je vedná disciplína, ktorá sa zameriava na rekonštrukciu presných polôh povrchových bodov, rekonštrukciu tvaru a veľkosti predmetov. Podkladom pre rekonštrukciu sú meračské fotogrametrické snímky. V súčasnej dobe sú metódy využívané pri rekonštrukcii 3D tvarov. Fotogrametria položila základ pre niektoré technológie 3D skenovania.

### 4.5.3 RP a 3D tlač

**Rapid prototyping (RP)** – voľne preložené metóda rýchleho prototypovania je termín zahŕňajúci rôzne procesy, ktoré sa používajú v súvislosti s vyrábaním fyzických modelov, prototypov, dielov, alebo výrobkov na základe CAD. Procesy rapid prototypingu je možné rozdeliť na základe použitej metódy výroby na subtraktívne a aditívne.

**Subtraktívne** procesy pracujú na princípe odoberania vrstiev z bloku materiálu pri vytváraní finálneho tvaru výrobku.

**Aditívne** procesy vytvárajú výrobok pridávaním vrstiev materiálu.

#### *3D tlač*

3D tlačou označujeme súbor aditívnych výrobných technológií, ktoré môžu byť použité pri zhotovení prototypov, ale aj finálnych výrobkov. 3D tlač je vlastne proces vytvárania 3D objektu pomocou príslušného zariadenia na základe digitálnych 3D dát. Pri 3D tlači sú jednotlivé vrstvy materiálu kladené na seba, čím vzniká 3D objekt.

#### *Technológie 3D tlače*

**SLA Stereolitografia** - využíva v procese tvorby ožarovanie tekutého polyméru umiestneného v nádobe s využitím UV laseru ako vytvrdzovacej jednotky.

**SLS (Selective laser sintering)** - využíva pri procese tvorby trojrozmerného modelu podobný princíp ako je použitý pri SLA s tým rozdielom, že namiesto tekutej živice je použitý termoplastický prášok, ktorý je zapekaný pomocou lasera.

**DMLS (Direct metal laser sintering)** - pracuje na rovnakom princípe ako SLS s rozdielom, že na výrobu modelu v technológii DLMS je používaný kovový prášok.

**EBM (Electron beam melting)** - veľmi podobný proces ako DMLS, len namiesto lasera je využívaný na spekanie lúč elektrónov vo vysokom vákuu.

**Inkjet head 3D printing** - ako materiál sa používajú najčastejšie sadra alebo živica. Pri procese vytvárania modelu je práškový materiál spájaný pomocou spájacieho lepidla, ktoré je vytláčané prostredníctvom extrudera - tlačovej hlavy.

**FDM (Fused deposition modeling)** - je založená na postupnom vrstvení roztaveného materiálu – plastu alebo kovu. Najbežnejšími materiálmi, ktoré sa používajú sú termoplasty PLA, ABS, HIPS, PC a pod.

**LOM (Laminated object manufacturing)** - spočíva v zlepovaní vrstiev papiera, plastu, alebo kovovej fólie na seba. Zlepené časti sa následne tvarujú pomocou noža alebo laserom.

**Polyjet Matrix** - materiálom využívaným pri technológii je fotopolymér, ktorý je vytlačovaný extruderom a vytvrdzovaný pomocou UV lampy.

**BJ (Binder Jetting)** - selektívne nanášanie spojiva na práškovú vrstvu. V technológii sa bežne používajú materiály ako kovy, piesok a keramika, ktoré sú dodávané v granulovanej forme.

**DLP (Digital Light Processing)** - technológii vytvrdzujú diely, ktoré sú zhotovené z fotopolymérov. Proces sa deje pomocou viacerých zrkadiel, ktoré odrážajú UV svetlo.

#### 4.5.4 Virtuálne technológie

Kapitola je zameraná na popis využitia virtuálnych technológií v procese tvorby designu. Virtuálne technológie môžeme rozdeliť na :

- virtuálna realita (VR)
- rozšírená realita (augmented reality AR)
- zmiešaná realita (mixed reality MR)
- haptické technológiám

**Virtuálna realita** - je definovaná ako aplikácia počítačovej technológie na vytvorenie efektu interaktívneho trojrozmerného prostredia, v ktorom majú objekty priestorovú podobu. Základom každého riešenia virtuálnej reality je počítačové prostredie so stereoskopickou vizualizáciou, teda vizualizáciou, ktorá vyvoláva zrakový priestorový vnem. Veľmi dôležitou je interaktívna kontrola nad prezentovaným objektom. Existuje niekoľko rôznych spôsobov získania stereoskopického obrazu a to je:

- aktívna projekcia s okuliarmi,
- pasívna projekcia s polarizovanými okuliarmi,



- osobná projekcia.

**Rozšírená realita** - vzniká zlúčením medzi obrazom generovaným počítačom a reálnym pohľadom na svet. Interaktívny 3D obraz je umiestnený v zornom poli užívateľa, s cieľom integrovať virtuálny svet a skutočný svet do jedného. Na rozdiel od systémov VR, v ktorých je používateľ oddelený od reálneho sveta a vnorený do virtuálneho sveta, systémy AR zabezpečujú voľnú interakciu so skutočným svetom.

**Zmiešaná realita** - je ďalším vývojovým stupňom interakcie človeka, počítača a prostredia. Je vlastne výsledkom spojenia fyzického sveta s digitálnym prostredím. Vznikom zmiešanej reality sa vytvorila príležitosť na vznik nových možností designerskej práce. Designeri môžu preskúmať designerske riešenia v prostredí zmiešanej reality. Už sa nejedná o virtuálnu realitu, v ktorej návrhy sú v podstate iba virtuálne (fyzicky neexistujúce), ale môžu byť dopĺňané prvkami z reálneho sveta.

**Haptické technológie vo virtuálnej realite** - s rozvojom virtuálnej reality vzniká potreba aplikovať hmatové vnemy, ktoré umožňujú designerom v 3D modelovacom procese simulovať prácu s reálnou hmotou vo virtuálnom prostredí. Haptická technológia umožňuje používateľovi komunikovať s počítačom prostredníctvom hmatovej spätnej väzby. Haptické zariadenia prinášajú v procese tvorby designu nové možnosti manipulácie s 3D modelmi vo virtuálnom prostredí.

**Virtuálne podporovaný design** – táto časť práce sa venuje problematike napomáhania tvorby designu prostredníctvom virtuálnej reality.

#### **4.5.5 Zobrazovacie 3D technológie**

Na to, aby sme dokázali vnímať trojdimenzionálnosť digitálnych vizuálnych informácií nám slúžia 3D zobrazovacie technológie, ktoré môžeme rozdeliť napríklad na: stereoskopické, autostereoskopické, volumetrické.

**Stereoskopické** zobrazovacie zariadenia generujú dva odlišné obrázky pre ľavé a pravé oko. Obidva sa v mozgu spájajú a vytvárajú dojem 3D obrazu. Na výber správneho obrazu pre každého oko sa potom použijú okuliare s

príslušnými filtrami. Iný spôsob oddeľovania obrazov je priestorové multiplexovanie.

**Autostereoskopické** - sú podmnožinou stereoskopických, používajú optické komponenty v displeji, preto nie sú potrebné okuliare na zobrazenie 3D obrazu.

**Volumetrické** - sú zobrazovacie technológie, ktoré vytvárajú priestorový (objemový) obraz. Obraz je rastrovaný v priestore a vytvára takzvanú voxelovú priestorovú mriežku.

### ***Súčasný trendy vo vývoji 3D technológií***

**Cloudové riešenia** - cloudová platforma zahrňuje širokú knižnicu 3D modelov, ktoré sú pripravené k okamžitej tlači. Takéto riešenia poskytujú možnosť vytvorenia 3D modelov na základe požiadavky zákazníka.

**Automatizácia procesov** - súčasný trend v oblasti procesu tvorby designu spočíva vo vytváraní user-friendly softvérov, ktoré umožňujú z časti automatizovať procesy pri vytváraní 3D modelov, práca so softvéromi sa stáva čoraz jednoduchšia a intuitívnejšia.

**Internet** - má v súčasnej dobe tiež veľký vplyv na proces tvorby designu. Umožňuje užívateľom (zákazníkom) aktívne zapojenie do procesu tvorby. Prispôbovanie a personalizácia produktov umožňuje vytváranie unikátnych produktov. Jednou z online platforiem na zdieľanie CAD modelov je Sketchfab - internetová platforma na zdieľanie 3D modelov a scén, ktorých grafika je generovaná v reálnom čase. Ďalším príkladom sú open-sourcové hnutia. Príkladom je projekt Reprap. Je to projekt založený na princípe opendesign, kde všetky návrhy, vylepšenia sú zdieľané s voľnou licenciou.

## **5. ZVOLENÉ METÓDY SPRACOVANIA**

Pri riešení práce sa stal základom zber informácií a rešerš materiálov, ktoré sa zaoberajú 3D technológiami a tematikou procesu tvorby designu. V práci sú využívané metódy pozorovania, zovšeobecnenia, analógie, abstrakcie, konkretizácie, analýzy a experimentu.

3D technológie boli analyzované na základe rôznych kritérií a následne rozdelené do zvolených kategórií na základe podobnosti znakov a na základe ich využiteľnosti v procese tvorby designu.

Výsledky, ktoré vznikli analýzou v teoretickej časti boli uplatnené pri návrhu prototypu v praktickej časti práce, ktorým bol interaktívny vizualizačný systém, využívajúci 3D technológie ako napr. pseudo-holografia, pasívna stereoskopia, ale aj virtuálna realita.

Pri vytváraní interaktívneho vizualizačného systému bola použitá najmä experimentálna metóda. Bolo experimentované s viacerými zobrazovacími technológiami, z výsledku experimentov vzišli tri fyzické prototypy. Jednotlivé kroky vývoja sú podrobne popísané v praktickej časti práce.

## **6. PRAKTICKÁ ČASŤ PRÁCE (VÝSTUPY)**

Analýza jednotlivých 3D technológií v procese tvorby designu, a to hlavne analýza 3D vizualizačných a prezentačných technológií, poslúžila ako teoretický rámec a poznatky z tejto oblasti boli využité pri tvorbe riešení vizualizačných systémov, popísaných v tejto časti. Cieľom praktickej časti dizertačnej práce bolo vytvoriť vizualizačné prezentačné zariadenie, umožňujúce interakciu, ktoré je možné využiť ako pri komunikácii, tak aj prezentácii. Jednotlivé etapy tvorby 3D zobrazovacieho zariadenia možno vo veľmi hrubých rysoch rozdeliť do troch koncepcií:

- Vytvorenie konceptu vizualizačného systému – veľký variant - prototyp I.
- Vytvorenie konceptu zmenšeného stolového variantu prototyp II.

- Design zmenšeného stolového variantu prototyp III.

V prvých dvoch fázach som sa zameriaval hlavne na funkcionálnosť zariadenia, na overovanie niektorých možností, experimentoval som so zobrazovaním, možnosťami vytvárania interaktívnych vizualizácií a samotnou interaktivitou. V týchto fázach bol design produktu v pozadí, fázy boli zamerané predovšetkým na dosiahnutie funkčných vlastností systému. Až po dosiahnutí požadovaných vlastností som sa zameriaval na design vizualizačného zariadenia, ktorého proces tvorby bude podrobne popísaný v nasledujúcich častiach.

## **6.1 Vývoj interaktívneho vizualizačného systému**

### **6.1.1 Vytvorenie konceptu vizualizačného systému - prototyp I**

V akademickom roku 2014/2015 oslavoval ateliér priemyselného designu (APD) 15. výročie založenia. V rámci tejto príležitosti bola usporiadaná v knižnici UTB výstava, na ktorej sa objavil prierez prác študentov a pedagógov APD za 15 ročnú históriu ateliéru. K prezentácii prác som využil existujúcu technológiu stereoskopie a vytvoril podklad umožňujúci prezentovanie v tomto prostredí.

Celkovo na výstave k 15. výročiu založenia APD bolo prezentovaných pomocou stereoskopickej projekcie 10 projektov naprieč 15 ročnou históriou ateliéru. Práce boli vyberané tak, aby bolo v projekcii široké spektrum projektov. Obraz sa premietal na špeciálne strieborné stereoskopické plátno, ktoré bolo zapožičané na túto stereoskopickú projekciu od firmy MKEY. Pomocou polarizačných stereoskopických okuliarov bolo možné pozorovať dané designy na plátne s ilúziou trojrozmernosti. Nevýhodou je však potreba nosenia pasívnych okuliarov, bez ktorých by divák videl len strieborné plátno. Potrebu nosenia okuliarov som sa však vo vyvíjanom vizualizačnom zariadení chcel vyhnúť.

V nasledujúcom kroku bolo vytvorené vizualizačné zariadenie s využitím pseudo-holografie.

## ***Interaktívna pseudo-holografia I. – prototyp I.***

Prototyp interaktívnej pseudo-holografie č. I bol prvýkrát tiež prezentovaný pri príležitosti výstavy 15. výročia Ateliéru priemyselného designu FMK. Interaktívny vizualizačný systém využíva princípy lomu svetla z premietacej plochy na odrazovú plochu, známy ako PEPPER'S GHOST EFFECT ( v preklade Peperov duch - ďalej PGE). PGE je ilúzia, ktorá spôsobuje, že divák vidí v priestore predmet, ktorý sa tam fyzicky nenachádza.

Ako odrazová plocha bolo použité transparentné plexisklo s hrúbkou 2 mm. Hrúbka odrazovej plochy by nemala presiahnuť 4 mm z dôvodu vytvárania dvojitého odrazu na vrchnej a spodnej strane materiálu. Takýto dvojitý obraz by znemožnil kvalitné fungovanie projekcie. Lom svetla vytvára obraz, ktorý sa akoby vznáša v priestore, tým je docielený dojem, ilúzia holografie, ktorý je podporený tým, že zadná strana systému nie je uzavretá a je za ňou voľný priestor. Daný vizualizačný systém pozostával z PC, projektoru, zariadenia Kinect umožňujúceho interakciu, premietacej plochy a z monitora.

Pre vymedzenie priestoru holografickej projekcie bol vyrobený objekt zo sendvičového materiálu s vrchnou plechovou vrstvou, ktorý mal bočné strany a strop zakrytované. Stena stropu slúžila ako premietacia plocha. Odrazová plocha bola z plexiskla a bola nalepená a vypnutá do kovového rámu. Zároveň bola zavesená na strop pomocou silónov pod 45 stupňovým uhlom voči projekčnej ploche. Vnútorne strany objektu boli nastriekané čiernou matnou farbou, aby nevznikali nepriaznivé odlesky, spôsobené pri premietaní. Pred objektom bol umiestnený panel, taktiež vytvorený zo sendvičového materiálu, v ktorom bol zabudovaný osobný počítač. Do panelu bol zapustený monitor, na ktorý sa zobrazovali pokyny pre diváka. V paneli bol umiestnený projektor, ktorý premietal na strop pod uhlom, preto bolo nutné obraz perspektívne deformovať pomocou funkcií projektoru. Súčasťou panela bolo aj zariadenie Kinect, ktoré je vlastne senzorom snímajúcim pohyby a umožňujúcim interaktivitu so systémom.

2,5 metra od hrany panelu bol na zemi vymedzený štvorec, ktorý slúžil ako východisková pozícia pre diváka tak, aby bolo zabezpečené správne fungovanie interaktívneho holografického systému. Pre finálne riešenie prototypu I som využil rendrovací softvér, v ktorom boli nastavené požadované materiály na

daný 3D model, osvetlenie atď. 360 stupňové otočenie objektu v osi X,Y je vyrenderované na základe daného počtu snímok (vytvorených bolo 400 snímok). Čím väčší počet snímok je zvolený, tým je interakcia s objektom plynulejšia.

Pri vývoji softvérovej časti projektu bolo nutné vytvoriť počítačový program, umožňujúci interakciu s objektom, ktorý bol vytvorený s využitím softvéru Vvvv. Pre interakciu s rozhraním prototypu I. pseudo-holografického vizualizačného systému bol zvolený pohyb rúk. Pohyb ruky vyvolal funkciu, realizovanú vytvoreným programom, ktorá umožnila listovať v knižnici so snímkami 3D modelu v požadovanom smere podľa smeru pohybu ruky.

Výhodou takéhoto systému bola veľkosť odrazovej plochy, ktorá umožňovala veľkoformátové zobrazovanie pseudo-holografických vizualizácií v relatívne vysokej kvalite. Ďalšou výhodou bola možnosť interakcie s objektom, jednoduchý princíp, ktorý je cenovo nenáročný. Nevýhodou veľkej odrazovej plochy bol fakt, že vypnutím veľmi tenkého plexiskla v ráme vznikali jemné deformácie obrazu, ktoré museli byť odstraňované pomocou postprodukcie v softvéri Vvvv a aj skutočnosť, že zariadenie je určené pre ovládanie jedným človekom.

### **6.1.2 Interaktívna pseudo-holografia – prototyp II.**

Druhý prototyp vizualizačného systému pracuje tiež na vyššie popísaných princípoch. Jedná sa o zmenšenú „kancelársku“ verziu zariadenia, ktoré je prenosné. Zariadenie pozostáva z objektu, ktorý vymedzuje priestor holografie. Objektom je kváder vytvorený z plechu, ktorý má vrchnú časť otváraciu, predná stena je plne otvorená, aby bolo možné pozorovať pseudo-holografickú projekciu. Vo vnútri plechovej skrinky je aplikovaný 22 palcový LCD monitor napojený na externý PC. Na monitore sú zobrazované požadované vizualizácie, ktoré sa následne pomocou už spomínanej metódy pseudo-holografie lámu na premietacej ploche, ktorá je umiestnená pod 45 stupňovým uhlom k monitoru. Tým je znova vytvorený dojem levitácie obrazu v priestore. Jedným z princípov interakcie, ktoré je možné uplatniť pri ovládaní, je herné zariadenie – ovládač Nintendo Wii, ktoré má v sebe zabudovaný senzor pohybu pre jednoduché a presné ovládanie ako aj vibračný mechanizmus a reproduktory.

Prototyp II slúžil k overeniu funkčných vlastností danej zmenšenej stolovej varianty pseudo-holografického vizualizačného systému. Na tomto riešení som si overoval aj jednotlivé aspekty ako napríklad funkčnosť interakcie, zobrazovanie vizualizácií v zatemnenom, ale aj jasnom prostredí.

Výhodou zariadenia sú jeho rozmery, ktoré umožňujú jeho mobilitu, možnosť používania v rôznych svetelných podmienkach. Čo sa týka zabezpečenia interaktivity, jeden z používateľov je tzv. riadiacim prvkom, teda má v ruke ovládač a pracuje s projekciou, kým ostatní užívatelia sa môžu pozerať. Na rozdiel od prototypu I, ostatní užívatelia nemôžu negatívne ovplyvňovať projekciu.

### **6.1.3 Interaktívna pseudo-holografia – prototyp III.**

Experimentovanie s vybranými typmi zobrazovacích technológií a vytvorenie prototypov I a II slúžili ako analýza funkčných vlastností. Otestované vlastnosti boli prevzaté z prototypu II, takže vo fáze analýzy prototypu III boli tieto princípy aplikované do riešenia. V prototypu III som sa sústredil na design riešenia. Zároveň na základe vytvorenia prototypu II som mal už hrubé rozmerové a konštrukčné rysy, na ktorých som mohol ďalší postup budovať. Nasledujúca fáza navrhovania bola spracovaná pomocou designerskej kresby. Vo fáze navrhovania boli spracované rôzne varianty tvarových riešení vizualizačného systému. Vo fáze modelovania som ešte stále pracoval s viacerými vybranými kresbovými variantmi, ktoré som následne rozpracovával v 3D modelovacom prostredí. Boli vytvorené modely, ktoré už obsahovali presne stanovené rozmery, ktoré vychádzali z jednotlivých komponentov ako napr. šírka a výška displeja, veľkosť premietacej (reflexnej) plochy a elektroniky, ktorá bude zakomponovaná v zariadení. Na základe finálneho zvoleného 3D modelu bol realizovaný finálny prototyp vizualizačného zariadenia. Podrobný popis jednotlivých fáz návrhu je v dizertačnej práci.



*Obr. 1: Interaktívna holografia – prototyp I*



*Obr. 2: Finálny prototyp III*



## 7. PRÍNOS PRÁCE

Na tému jednotlivých 3D technológií vzniklo množstvo teoretických odborných publikácií. Nevznikla však publikácia, ktorá by mapovala komplexne všetky 3D technológie a ich využitie v procese tvorby designu. V práci sú analyzované jednotlivé 3D technológie, ich hodnotenie na základe zvolených kritérií a hodnotenie využiteľnosti v jednotlivých etapách procesu tvorby priemyselného designu. Práca by tak mohla poskytnúť teoretický základ pre prácu s 3D technológiami v designerskom procese tvorby. Kapitola venovaná histórii 3D technológií mapuje vývoj týchto technológií od prvotných impulzov analógových 3D technológií až po dnešné progresívne 3D technológie, spolu s hypotézami ďalšieho vývoja 3D technológií a budúcnosti ich využiteľnosti v designe. Práca je rozsahom popisu širokého spektra 3D technológií ojedinelá. Zároveň si kladie za cieľ preskúmanie možností využitia 3D technológií v procese designerskej tvorby. Toto by mohlo slúžiť jednak pri výučbe priemyselného designu, ale aj ako návod pre správne a efektívne využívanie progresívnych 3D technológií – **prínos pre teóriu aj pedagogiku.**

Praktická časť práce je zameraná na design prototypu 3D vizualizačného systému a prezentácie designerských riešení vo virtuálnom prostredí. Prototyp je možné používať pri komunikácii so zadávateľom v rámci jednotlivých krokov procesu tvorby designu. Prototyp umožňuje prezentovať aj nerealizované designerske riešenia, prípadne veľmi technicky zložité designerske riešenia, ktoré nie je možné efektívne prezentovať klasickými 2D rendrami.

3D vizualizačný systém je možné využiť pri výstavách, takýto spôsob prezentácie, umožňuje zníženie nákladov spojených s tradičným prezentovaním hmotných modelov (prevoz, inštalácia...). V práci je spracovaný koncept systému, ktorý taktiež umožní archiváciu 3D dát a bolo by ho možné využiť aj ako databázu 3D modelov.

Systém bol prioritne vytvorený na prezentáciu designerských riešení študentov priemyselného designu, ale je ho možné použiť aj na prezentáciu výstupov študentov ateliéru designu obuvi, odevu, skla, priestorová tvorba atď.

– **prínos pre prax.**

## 8. ZÁVER

Cieľom dizertačnej práce bola analýza procesu tvorby designu s využitím 3D technológií, design interaktívneho vizualizačného systému a realizácia prototypu.

V teoretickej časti som sa okrem iného venoval aj histórii 3D technológií, ktorá dáva obraz, v ktorom období sa s jednotlivými druhmi technológií stretávame a aký mali vývoj, z čoho sa už v tejto časti dá čiastočne pochopiť, ako tento rozvoj vplýval na proces tvorby designu. V ďalšej kapitole teoretickej časti sú podrobne popísané jednotlivé kroky procesu tvorby designu a je analyzované, ako sa daný krok vykonával tradičnými spôsobmi a aký vplyv na jednotlivé kroky majú 3D technológie. Samostatnú rozsiahlu kapitolu tvorí už konkrétny popis jednotlivých 3D technológií, v ktorej sa venujem princípom, rozdelením podľa rôznych hľadísk s podrobným popisom fungovania konkrétnej skupiny zariadení. V práci sú definované aj pojmy virtuálna, augmentová a zmiešaná realita, ktoré sú novými modernými technológiami a majú v súčasnosti veľký vplyv na proces tvorby. Takisto som sa okrajovo dotkol aj moderných trendov, ako sú cloudové platformy, internet, ktoré umožňujú komunikáciu a aktívne zapojenie užívateľov (zákazníkov) do procesu tvorby.

Analýzou jednotlivých 3D technológií môžem skonštatovať, že kým niektoré sú hodne rozvinuté, napr. 3D modelovanie, 3D tlač, skenery, u iných napr. využívanie virtuálnej, augmentovej, zmiešanej reality, haptických technológií sme ešte stále len pioniermi a budúcnosť ukáže ako bude ďalší vývoj v týchto oblastiach pokračovať. Samozrejme i v 3D technológiách, ktoré sú rozvinuté, vývoj stále pokračuje.

Cieľom praktickej časti dizertačnej práce bolo vytvoriť prototyp prezentačného zobrazovacieho zariadenia umožňujúceho interakciu, ktoré je možné využiť pri komunikácii aj prezentácii. V procese tvorby zariadenia som prechádzal rôznymi koncepciami, experimentoval som s rôznymi spôsobmi riešenia. Výsledkom boli 3 koncepcie (3 fázy), ktoré boli zavŕšené vytvorením 3 prototypov, ktoré sú podrobne popísané v praktickej časti práce. Až po dosiahnutí požadovaných vlastností som sa zameril na design vizualizačného zariadenia, ktorého výsledkom je vytvorenie finálneho riešenia prototypu III.

## English part

### 9. CURRENT SITUATION OF THEME

Compared to traditional production methods, 3D technologies are almost free of shape constraints due to their technology - the creation of objects by bonding and layering. Since modern 3D technologies are expanded and cover a wide range of activities, it is not possible to include a complex description of all these technologies. Most used selected technologies are described and their use in the design process of the visualization device is demonstrated.

The main purpose of 3D visualization device which is designed in practical part is visualize 3D models and give the viewer the opportunity to interact with these 3D models. The visualization device is based on the principle of pseudo-holography. The early stages of development process are focused on technical solutions, functionality and interactivity. In the final phase, the desktop version of the device was designed.

### 10. THE AIMS

The dissertation is divided into a theoretical and a practical part.

**The theoretical part** of the thesis is focused on:

- Analysis of the design process with use of traditional techniques and on other hand the use of 3D technologies
- Categorization, description of individual 3D technologies, and their usability in design processes

**The practical part** is focused on:

- Testing the suitability of 3D display technology and selecting a suitable variant
- Creating prototypes of a 3D visualization device and testing of the functionality features
- Design of an interactive visualization system using the 3D technology

## **11. THEORETICAL PART**

In this part 3D technologies are defined and described in terms of functionality. They are categorized by common features and by their influence on the design process. This part of thesis deals with the individual phases of the design process and the application of 3D technologies in applicable phases of design process.

### **11.1 Definition and division of 3D technologies**

3D technology is term for technologies that work with 3D environments, whether virtual (computer) or real (physical) ones. Additive manufacturing 3D technologies allow creating physical 3D objects based on the mathematical code - 3D data. 3D scanning is process of creating data from physical objects. Virtual aided design gives the designer possibility to explore and create design in virtual or mixed reality space. All these technologies have major influence on design process. 3D technologies can be divided into several groups by the purpose of use: design, production, replication, presentation, testing, and simulation of 3D technologies.

### **11.2 History of 3D technologies development**

The development of the most important 3D technologies such as CAD, 3D scan, 3D print, 3D pen, holography, and display technologies is described in history part of thesis.

### **11.3 Design process**

It is a complex process that involves the idea phase from the generation of the idea to the final design of product and its presentation. Design process can be divided into the following phases:

- Analysis and inspiration phase
- Sketching phase on which the shape solutions and variations are verified
- 3D modeling phase with use of CAD software
- Prototyping phase
- Testing phase
- Phase of creating the final product

This part of thesis deals in details with individual phases of design process and compare the use of traditional methods and 3D technology methods in process of creating a design.

## **11.4 Characteristics of 3D technologies**

There are described individual 3D technologies with reference to main principles of functionality, technical aspects, categorization, and utilization in industrial design.

### **11.4.1 CAD**

Computer Aided Design - CAD includes computer-based processes and specialized software to create three-dimensional models, visualize and simulate

*CAD modeling approaches:* surface, solid, hybrid, and parametric modeling.

### **11.4.2 3D scan**

3D scanning is defined as the process of transferring physical objects to digital data with use of suitable device - the 3D scanner. The principle of object digitalization differs by the type of used technology.

3D scanners can be categorized by the scanning methods:

- *Contact* - CMM, 3D scanner with mechanical arm, 3D scanner with robotic arm
- *Non-contact* - reflective (optical, laser, acoustic, microwave, structured light) magnetic, transmissive

### ***Reverse engineering***

Reverse engineering can be defined as the process of creating 3D CAD model from geometry acquired by scanning - digitalizing of physical product.

### ***Photogrammetry***

Photogrammetry is focused on reconstruction of precise positions of surface points, shapes and the size of the objects. Photogrammetry methods are being used also to reconstruct 3D shapes based on images.

### **11.4.3 RP and 3D printing**

**Rapid prototyping (RP)** – is a term that includes the various processes that are used to produce physical models, prototypes, parts, and products.

Processes of RP can be divided based on manufacturing method used in process: Subtractive processes and Additive processes

**3D printing** – set of additive manufacturing processes that are being used to create prototypes as well as final products. Following 3D printing technologies are described in the thesis: SLA (Stereolithography), SLS (Selective Laser Sintering), DMLS (Direct Metal Laser Sintering), EBM (Electron Beam Melting), Inkjet head 3D printing, FDM (Fused Deposition Modeling), LOM (Laminated Object Manufacturing), Polyjet MatriX, BJ (Binder Jetting), DLP (Digital Light Processing).

### **11.4.4 Virtual technologies**

The chapter is focused on describing the use of virtual technologies in the design process. The following technologies are described in the thesis: virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), haptic technologies.

### **11.4.5 3D display technologies**

3D display technologies allow us to perceive three-dimensional visual digital information. 3D display technologies can be divided to groups: stereoscopic, auto-stereoscopic, volumetric.

#### ***Current trends in 3D technology development***

***Cloud Solutions*** - The cloud platform includes a wide library of 3D models ready for immediate printing.

***Process Automation*** - The current trend in the design process consists creating user-friendly software that allows automating processes in creation of 3D models.

***Internet*** - Currently allows users (customers) to be actively involved in the production process. Customizing and personalizing products allow creating unique products. Online platforms allow to share and present design online.

## **12. PRACTICAL PART**

The goal of the practical part of the dissertation was to create an interactive presentation device. Stages of design process:

- Creation of presentation system concept - large variant - prototype I.
- Creation of reduced scale variant concept - prototype II.
- Final design – desktop version – prototype III.

First two phases were focused mainly on device functionality, experimenting with displaying and interactivity. After desired results were achieved, the final phase was focused on design of final prototype of device.

### ***Interactive Pseudo-Holography - Prototype I***

Prototype I was first presented at the 15th Anniversary of the FMK Industrial Design Studio. The interactive visualization system uses light reflection principles known as PEPPER'S GHOST EFFECT. The Kinect sensor was used as hardware to ensure interactivity. The advantage of such system was large-format imaging.

### ***Interactive Pseudo-Holography - Prototype II***

The second visualization system prototype works on same principle as prototype I. Dimensions were reduced and portable, desktop version of device was designed. Interaction was ensured with usage of Nintendo Wii remote controller. The advantage of system is its mobility and possibility to display in various light conditions.

### ***Interactive Pseudo-Holography - Prototype III***

The creation of prototypes I and II were utilized as an analysis of functional features. Based on testing the prototype II, the solutions were applied on prototype III. Process of creating the design of interactive presentation device of final prototype is described in details from sketching to creating a functional prototype. CAD modeling was used to develop different variants and solutions. Based on chosen 3D model, the final functional prototype of the visualization device was produced.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

[1] TIBCO Innovates in Real Time for Global Carrier CargoSmart | The TIBCO Blog. Global Leader in Integration and Analytics Software | TIBCO Software [online]. Copyright © 2018 TIBCO Software Inc. [cit. 30.02.2017]. Dostupné z: <https://www.tibco.com/blog/2012/11/07/tibco-innovates-in-real-time-for-global-carrier-cargosmart/>

[2] PPP4 - Připraveno pro průmysl [online]. Copyright © [cit. 24.01.2017]. Dostupné z: <http://www.ppp4.cz/prezentace/documents/pdf/prumysl-4-0-brozurka.pdf>

[3] Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0 ? | Automatizace.HW.cz. Automatizace.HW.cz | Elektronika v automatizaci[online]. Copyright © 1997 [cit. 15.03.2016]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz//mimochoodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>

[4] Veřejné služby Informačního systému [online]. Copyright © [cit. 20.02.2018]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/80877/lf\\_m/diplomka.doc](https://is.muni.cz/th/80877/lf_m/diplomka.doc)

[5] The History of 3D Technology - Looking Back at Its Past. What is 3D Technology - 3D Technology Explained [online]. Copyright © [cit. 17.01.2017]. Dostupné z: <http://www.visionnw.com/history-of-3d-technology.html>

[6] <http://www.digitaleng.news/de/evolution-of-computer-aided-design/> Evolution of CAD [online]. [cit. 13.04.2017]. Dostupné z: <http://www.digitaleng.news/de/evolution-of-computer-aided-design/>

[7] historie 3D tisku | o3D.cz. [online]. [cit. 05.01.2017]. Dostupné z: <http://www.o3d.cz/3d-tisk/%C5%A1t%C3%ADtky/historie-3d-tisku/>

[8] History of 3D Technology in the last three decades. [online]. [cit. 13.06.2017] Dostupné z: <http://blogs.3ds.com/india/history-of-3d-technology/>

[9] History of 3D Pens & 3D Printing Pen : Complete Overview. 11Must.com - Top rated Techs, Products and Reviews [online]. [cit. 12.01.2018] Dostupné z: <http://11must.com/history-of-3d-pens/>



- [10] History of the holography. [online]. [cit. 01.03.2017] Dostupné z: <http://www.holography.ru/histeng.htm>
- [11] LAWSON, Bryan. How designers think: the design process demystified. 4th ed. Oxford: Architectural Press, 2004. AVA fundamentals. ISBN 978-075-0660-778.
- [12] Design Council [online]. Copyright © [cit. 19.01.2018]. Dostupné z: [https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons\\_DeskResearchReport\\_0.pdf](https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_DeskResearchReport_0.pdf)
- [13] Pauly, J.: Z dějin průmyslového designu 4. 1. vyd. Praha: Národní technické muzeum, 2000, ISBN 80-7073-090-4
- [14] Souriau, E.: Encyklopedie estetiky. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994, ISBN 80-85605-18-X
- [15] Janíček, P.: Řešení problému modelováním. 1. Vyd. Brno: PC-DIR Real, 1998, ISBN 80-214-1233-X
- [16] Lazarev, J. N.: Dizajn mašin. Leningrad: Mašinstrojenie, 1988, ISBN 5-127-00160-7
- [17] Basic sketching techniques for designer (online). © 2013 [cit. 05.05.2017] Dostupné z: [http://www.jaimetreadwell.com/basic\\_sketching-for%20the%20industrial%20designer.pdf](http://www.jaimetreadwell.com/basic_sketching-for%20the%20industrial%20designer.pdf)
- [18] Křivky NURBS (1) - Root.cz. Root.cz - informace nejen ze světa Linuxu [online]. Copyright © 1998 [cit. 15.03.2018]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/krivky-nurbs-1/>
- [19] Efficient Point-Based Rendering Techniques for Haptic Display of Virtual Objects [online]. [cit.05.01.2018]. Dostupné z: <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/105474699566413>
- [20] Haptic rendering: programming touch interaction with virtual objects [online]. [cit. 20.02.2018]. Dostupné z : <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=199426>
- [21] Fujitsu Develops Prototype Haptic Sensory Tablet - Fujitsu Global. Document Moved [online]. Copyright © Fujitsu [cit. 19.09.2017].

Dostupné z: <http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2014/0224-01.html>

[22] Virtual reality in the product development process [online]. [cit. 06.06.2017]. Dostupné z: [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09544820210129823#.U3XlwD\\_6Tg0](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09544820210129823#.U3XlwD_6Tg0)

[23] What is mixed reality? - Mixed Reality | Microsoft Docs. [online]. [cit. 06.05.2017]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality>

[24] A TAXONOMY OF MIXED REALITY VISUAL DISPLAYS[online]. [cit. 04.03.2017]. Dostupné z: [http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul\\_dir/IEICE94/ieice.html](http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html)

[25] Virtual Reality Uses in Architecture and Design – A blog by TMD STUDIO – Medium. Medium – Read, write and share stories that matter [online]. [cit. 19.01.2018]. Dostupné z: <https://medium.com/studiotmd/virtual-reality-uses-in-architecture-and-design-c5d54b7c1e89>

SALMOND, Michael a Gavin AMBROSE. The fundamentals of interactive design. London: AVA Academia, 2013. AVA fundamentals. ISBN 978-294-0411-863.

THOMPSON, Rob. Manufacturing processes for design professionals. New York: Stiebner, c2007. AVA fundamentals. ISBN 978-0-500-51375-0.

SURMAN, Martin. Metodika designérské práce a výuka průmyslového designu v České a Slovenské republice. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN 978-808-7500-736.

PIPES, Alan. Drawing for designers. London: Laurence King, 2007. AVA fundamentals. ISBN 978-185-6695-336.

LEFTERI, Chris. Making it: manufacturing techniques for product design. London: Laurence King, 2007. AVA fundamentals. ISBN 978-185-6695-060.

Cad and rapid prototyping for product design. S.l.: Laurence King Publishing, 2014. ISBN 9781780673424.

LAWSON, Bryan. How designers think: the design process demystified. 4th ed. Oxford: Architectural Press, 2004. AVA fundamentals. ISBN 978-075-0660-778.

LIPSON, Hod. a Melba. KURMAN. Fabricated: the new world of 3D printing. 4th ed. Indianapolis, Indiana: Architectural Press, 2013. AVA fundamentals. ISBN 978-1-118-35063-8.

JAVIDI, Bahram. a Fumio. OKANO. Three-dimensional television, video and display technology: revue littéraire mensuelle. 4th ed. New York: Springer, c2002. AVA fundamentals. ISBN 978-3-540-43549-5.

LEE, Kunwoo. a Fumio. OKANO. Envisioning holograms: design breakthrough experiences for mixed reality. 4th ed. New York, NY: Springer Science Business Media, 2017. AVA fundamentals. ISBN 978-1484227480.

MALINA, Roger F., MCCORDUCK Pamela a COHEN Harold. Aaron's Code: Meta-Art, Artificial Intelligence and the Work of Harold Cohen. New York:Freeman and CO., 1990. ISBN 10.2307/1575680.

GIBSON, Ian, David W. ROSEN a Brent STUCKER. Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing. New York: Springer, 2010. ISBN 978-1441911193

KOLEŠÁR, Zdeno, Kapitoly z dějin designu, Praha, Vysoká škola uměleckoprůmyslová,2004, Edice 2009 ISBN 80-86863-03-4

PACHMANOVÁ, Martina. Design: aktualita nebo věčnost? Antologie textů k teorii a dějnám designu. Praha: VŠUP, 2005. ISBN 80-86863-05-0

LIPSON, Hod a Melba KURMAN. Fabricated: the new world of 3D printing [the promise and peril of a machine that can make (almost) anything]. Indianapolis: Wiley, 2013, xiv, ISBN 978-1-118-35063-8.

Mandel, T.: The elements of user interface design. 1st ed. Cambridge: University Press, 1998, 224 s.

Stephan, R.: A methodology for the Systematic Evaluation of Engineering Design Objects. 1st ed. Stuttgart: ISD, 1995, ISBN 3-930683-01-6

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

2D - dvojdimenzionálny, dvojrozmerný

3D - trojdimenzionálny, trojrozmerný

AM - additive manufacturing – aditívna výroba

APD - ateliér produktového dizajnu

AR - augmented reality - rozšírená realita

atď. - a tak ďalej

BJ - Binder Jetting - technológia 3D tlače

CAD - computer aided design - počítačom riadené navrhovanie

CAD/CAM - pozri def. CAD a CAM

CAM - computer aided manufacturing - počítačom podporovaná výroba

CMM - coordinate measuring machine - typ skeneru DLP

- digital Light Processing - technológia 3D tlače DMLS -

direct metal laser sintering - technológia 3D tlače EBM -

electron beam melting - technológia 3D tlače

FDM - fused deposition modeling - technológia 3D tlače

FMK - Fakulta multimediálných komunikácií

LCD - Liquid Crystal Display - displej z tekutých kryštálov

LOM - laminated object manufacturing) - technológia 3D tlače

MR- mixed reality – zmiešaná realita

napr. - napríklad

NURBS - Non-uniform rational basis spline - matematický model používaný  
v počítačovej grafike

PC - personal computer – osobný počítač

RE - reverse engineering - reverzné inžinierstvo

RM - rapid manufacturing - metóda rýchlej výroby

RP - rapid prototyping - voľne preložené metóda rýchleho prototypovania

SLA - stereolithographic apparatus - technológia 3D tlače

SLS - selective laser sintering - technológia 3D tlače

UTB - Univerzita Tomáše Bati

UV - ultraviolet - ultrafialové žiarenie

VR - virtual reality - virtuálna realita

## **ZOZNAM OBRÁZKOV**

*Obr. 1: Interaktívna holografia – prototyp I*

*Obr. 2: Finálny prototyp III*

## **UMELECKÉ AKTIVITY AUTORA**

2014 – Medzinárodný workshop Japanese woodwork –ID publikace: 43872633

2014 – Workshop – Interaktivita v umení a designe – ID publikace: 43872635

2014 – realizovaný design – Publikace k retrospektívni výstavě 15 let ateliérů  
Průmyslový design

2014 – vystavený design – Prague Design Week 2015

2014 – vystavený design – About Layabout, Ventura Lambrate, Milan Design  
Week

2015 – realizovaný design – Publikace k medzinárodnému sympoziu JAPANESE  
WOODWORK

2015 – vystavený design – 15 let ateliéru Průmyslový design – Retrospektívni  
výstava

2015 – vystavený design – Presentace „the best of“ Průmyslový design

# ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA

## VZDELANIE:

### 2005 – 2009:

Stredná umelecká škola v Trenčíne, Propagačné výtvarníctvo,

### 2009 – 2011:

Bakalárske štúdium, Fakulta Multimediálnych Komunikácií, Univerzita Tomáše Bati, Ateliér Průmyslový design,

Bakalárska práca na tému: Design spoileru nákladného automobilu (prototyp spoileru bol realizovaný pomocou 3D tlače)

### 2011 – 2013:

Magisterské štúdium, Fakulta Multimediálnych Komunikácií, Univerzita Tomáše Bati, Ateliér Průmyslový design,

Diplomová práca na tému: Design meracej hlavice na meraní plynu do explozívneho prostredia

### 2013 – súčasnosť:

Doktorantské štúdium, Fakulta Multimediálnych Komunikácií, Univerzita Tomáše Bati, Ateliér Průmyslový design,

Dizertačná práca na tému: Vplyv 3D technológií na proces tvorby designu

## PRACOVNÉ SKÚSENOSTI:

**2013-2016** : Výuka kresby na *Ateliéri priemyselného designu v Zlíne*, konzultácie študentských projektov, administratívna činnosť, prezentácia ateliéru na workshopoch a výstavách, správa 3D tlače, publikačná a umelecká činnosť, výpomoc pri organizácii výstav, člen komisie diplomových skúšok, člen prijímacích riadení,

**2014** : Pedagogická činnosť (externá) na *Strednej umeleckej škole v Trenčíne*: výuka predmetov: Grafiky, Počítačové metódy – Rhinoceros, Kresba, Designérska prax -pre ateliéry: Priemyselný design, Interiérový design, Propagačné výtvarníctvo

**2014 – súčasnosť** : *kurátorská činnosť* (Zlín, Trenčín)

**2009- súčasnosť**: *ENVItch s.r.o.* (spoločnosť zaoberajúca sa enviromentálnymi technológiami) - designér

**2007- súčasnosť**: *freelancer* - priemyselný design, vizualizácie, grafika, realizácie prototypov, návrhy a realizácie architektury, interiérový design, maľba

## **REFERENCIE:**

Redbull, ENVItech, Baťa, Zlín Filmfest, o.z Trakt ( tvorba kreatívnych služieb a produktov na kľúč ), Arapanea, Mixer festival, Ministerstvo kultury České republiky, NWT

## **WORKSHOPY A KONFERENCIE:**

**2015** - Medzinárodný workshop a prednáška -Interaktivita v umení a designe – spoluusporiadateľ

**2015** - Medzinárodný workshop JAPANESE WOODWORK – v spolupráci s prestížnymi univerzitami z Japonska –spoluusporiadateľ

Vzdelávací kurz pro konstruktéry v aut. průmyslu – v spolupráci s Tech. Un. v Ostravě – přednáška na tému designerska kresba v automobilovom priemysle

**2015** - Medzinárodní konference osvětlovací techniky 2015 – spoluautor příspěvku

**2013 – 2016** Workshopy graffiti pre detské domovy – Kamarát nenuda o.z.

## **PUBLIKÁCIE:**

**Japanese Woodwork**, ISBN:978-80-7454-472-9

*Publikace k mezinárodnímu sympoziu JAPANESE WOODWORK*

**15. let Ateliéru Průmyslového Designu**, ISBN: 978-80-7454-468-2

*Publikace k retrospektivní výstavě 15 let ateliéru Průmyslový design*

## **PEDAGOGICKÁ ČINNOST V RÁMCI PHD ŠTÚDIA:**

- výuka predmetu KAPD/KRE 3 – Designerska kresba zameraná na tradičné a digitálne metódy
- konzultácie ateliérových projektov APD
- vedúci praktickej časti diplomovej práce študenta AGD Peter Štuller - Zkoumání a modelování prostoru v grafickém designu
- účast v komisiách SZS, přijímacích skúšok

## **Oponentúra kvalifikačných prác**

Ladislav Mišičko - Design městského mobiliáře – 2017



## **ÚČASŤ NA VÝSTAVÁCH A ORGANIZAČNÁ ČINNOSŤ V RÁMCI PHD ŠTÚDIA:**

Prague Design Week 2015, Prague Design Week 2016, Zlín Design Week 2016, Milano – LAYABOUTS , „the best of“ Prumyslový design – 17. Salón Architektu v Praze, Retrospektívni výstava – 15 let ateliéru Prumyslový design, Olomoucke dni architektury a stavebnictví 2015, výstava v CPS 2015, Mobitex 2015, Mobitex 2016...

### **Organizačná činnosť a reprezentácia APD:**

Prezentácia APD na Strednej umeleckej škole v Trenčíne, Prague Design Week 2015 (prezentácia procesu tvorby designu a využitie 3D tech.), Prague Design Week 2016, Konferencia o osvetlovacej technike 2016, Dni otvorených ateliéru...

### **VÝSTAVY:**

2012 – samostatná výstava – U Pštrosa Zlín

2009, 2011, 2014 Mixer Festival – Streetart Jam — Zlín – maľba

2013 – Viktorův Byt – Mixer Festival 2013 – Zlín, vystavený design

2013 - samostatná výstava DSL – U Pštrosa Zlín

2014 – samostatná výstava Antihero – nákupné centrum MAX Trenčín

2014 – spoločná výstava na počesť umelca Belicu – Galéria Vážka v Trenčíne

2014 – REDBULL ARTIC JAM – Zlín - veľkoplošná maľba

2014 – REDBULL – Mixer Jam – Krajská galéria 14/15 – Zlín – spoluautor veľkoplošnej maľby

2014 – VENTURA LAMBRATE - ABOUT LAYABOUTS – Miláno, vystavený design

2014- Sochárske sympóziium HALA MERINA v Trenčíne – HAPTO 1 (interaktívna haptická zvuková inštalácia)-autor

2014 – sochárske sympóziium STAR WARS – Zlín Filmfest – socha – autor

2015- Výstava 15. výročia Ateliéru Průmyslového Designu – Rektorát UTB – spoluautor expozície, vystavený design

2015- Interaktívna holografická projekcia – Rektorát UTB – spoluautor expozície

2015 - sochárske sympóziium – Zlín Filmfest – socha – autor

2015 - Prezentace APD na Olomouckých dnech architektury a stavebnictví

2015 – Olomouc – spoluautor expozície

2015 – REDBULL Máchův BROOKLYN – Zlín - veľkoplošná maľba

- 2015 - Výstava absolventských prací studentů APD FMK UTB v galerii Alternativa – Zlín – spoluautor expozície
- 2015 - Prezentace autorských designerských projektů v Centru Polymerních Systémů UTB ve Zlíně – spoluautor expozície
- 2015 - Výstava APD ke slavnostnímu otevření Centra Polymerních Systémů UTB ve Zlíně – spoluautor expozície
- 2015 - Prague Design Week 2015 – Praha – vystavený design, spoluautor expozície, spolu-organizácia výstavy, prezentácia firmy MKEY s.r.o
- 2015 – Výstava designérských projektů studentů APD na veletrhu Mobitex 2015 – spoluorganizácia výstavy
- 2016 - Czech Design Week 2016 – vystavený design, spoluautor expozície / výstavného systému
- 2014 – súčasnosť: kurátorská činnosť - viac ako 20 zorganizovaných výstav ( napr. Ivo Machourek, Rastislav Jakubek atď.)
- 2018 – príprava materiálov na výstavu ArabLab Dubai 2018

**PRAX:**

- 2015 – EAS envimet Analytical Systems Ges.m.b.H, Viedeň, Rakúsko

**ČLENSTVO:**

- Asociácia kreatívcov - 2013

**JAZYKOVÉ ZNALOSTI :**

Anglický jazyk: Academic (Advanced) – C1

Ruský jazyk: začiatočník

MgA. Jakub Hrdina

## **Vplyv 3D technológií na proces tvorby designu**

Influence of 3D technologies on process of creating design

Téza dizertačnej práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,  
nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín.

Náklad: vyšlo elektronicky

Sazba: autor

Publikácia neprešla jazykovou ani redakčnou úpravou.

První vydání

Rok vydania 2018

ISBN 978-80-7454-759-1

