



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Dizertačná práce

Vplyv 3D technologií 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**.

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, progresive technologies, design, new media

Práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

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.

Práca je ďalej 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.

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcel poďakovať vedúcemu dizertačnej práce doc. Ferdinandovi Chrenkovi, akad. soch. za odborné vedenie a cenné rady, ktoré mi boli prínosom v rámci riešenia danej problematiky.

Obsah

ABSTRAKT.....	3
ABSTRACT.....	3
1. ÚVOD.....	7
2. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	9
3. CIELE.....	11
3.1 Voľba témy	11
3.2 Ciele podrobnejšie.....	12
4. TEORETICKÁ ČASŤ.....	13
4.1 Vymedzenie pojmu trojdimenzionálnosť.....	13
4.1.1 Princípy videnia	15
4.1.2 Hmatové vnímanie	19
4.2 Definícia a rozdelenie 3D technológií.....	19
4.3 História vývoja 3D technológií.....	20
4.4 Proces tvorby designu	31
4.4.1 Metodika tvorby designu	33
4.4.2 Popis jednotlivých krokov procesu tvorby designu.....	35
4.5 3D technológie - charakteristika	44
4.5.1 CAD.....	44
4.5.2 3D skenovanie	49
4.5.3 RP a 3D tlač.....	62
4.5.4 Haptika, haptické zobrazovacie zariadenia	74
4.5.5 Virtuálne technológie	76
4.5.6 Zobrazovacie 3D technológie	86
4.5.7 Súčasný trendy vo vývoji 3D technológií.....	88
5. ZVOLENÉ METÓDY SPRACOVANIA.....	90
6. PRAKTICKÁ ČASŤ PRÁCE (VÝSTUPY).....	91
6.1 Vývoj interaktívneho vizualizačného systému	93
6.1.1 Vytvorenie konceptu vizualizačného systému - prototyp I.....	93
6.1.2 Interaktívna pseudo-holografia – prototyp II.....	102

6.1.3	Interaktívna pseudo-holografia – prototyp III.....	107
7.	PRÍNOS PRÁCE	135
8.	ZÁVER	136
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	138
	ZOZNAM OBRÁZKOV	143
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	146
	UMELECKÉ AKTIVITY AUTORA	149
	ODBORNÝ ŽIVOTOPIS AUTORA.....	150

1. ÚVOD

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

Bill Gates

V ľudskej histórii bolo veľmi veľa technických vynálezov, ktoré ovplyvnili celý svet. Technickým výdobytkom sa prispôboval spôsob výroby, infraštruktúra, ekonomika, ale aj myslenie jednotlivých ľudí. Niektoré z týchto vynálezov ovplyvnili chod ľudstva vo väčšej miere, iné menej. 20. storočie sa nieslo v rýchlom vývoji digitálnych technológií. V dnešnej dobe sa tempo vývoja ešte exponenciálne zrýchlilo.

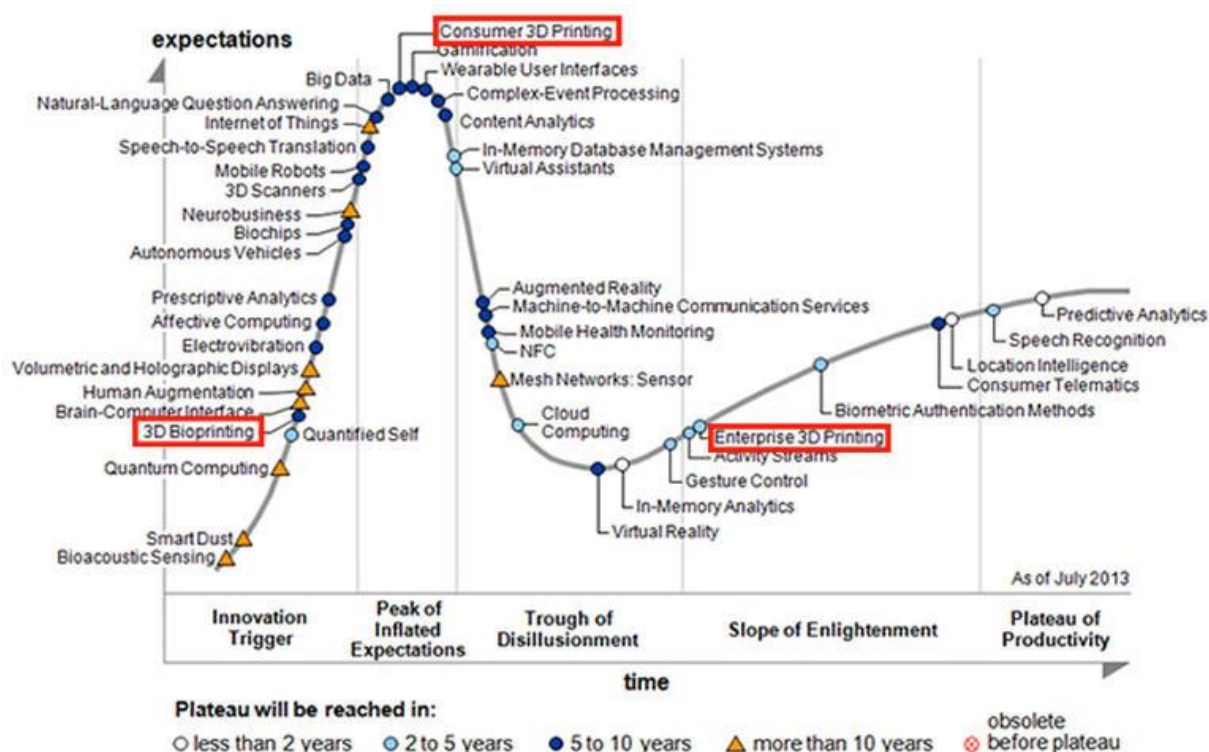
Rýchly vývoj v oblasti digitálnych, výpočtových, kybernetických a automatizačných technológií predurčil nástup 4. priemyselnej revolúcie, v ktorej sa v dnešnej dobe nachádzame, označovanej ako „INDUSTRY 4.0“ [2]. Internet, prepájajúci ľudí, služby, digitálne technológie a zariadenia, sa stali jedným 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 prispôbuje 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. Na obr. č. 1 je znázornený predpokladaný vývoj digitálnych technológií.

Výrobné systémy sa zjednocujú do kyberneticko-fyzikálnych systémov, označovaných ako CPS (cyber-physical systems), ktoré počítajú s využitím 3D technológií a ich prepojením s ďalšími progresívnymi technológiami.

Dané technológie prinášajú výrazne 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 prestali byť

výsadou technických odvetví a stále viac prenikajú 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 tvorby.



Obr. 1: Vývoj digitálnych technológií

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. V bežnom živote sa môžeme s nimi stretávať pomaly každodenne, či už pri filmoch, v televízii, vo výrobe. Dokonca je už skutočnosťou aj to, že technológia 3D tlače je v dnešnej dobe tak cenovo dostupná, že nie je výsadou len špecializovaných pracovísk. 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 ich vôbec nebolo možné 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. Holografia je vyspelá technológia, ktorá sa samozrejme stále ďalej zdokonaľuje a vyvíja. Uvedenou problematikou sa v súčasnosti zaoberajú vedecké inštitúcie a firmy na celom svete a investujú do vývoja veľké finančné prostriedky. Ja, ako doktorant nemám finančné možnosti, aby som mohol v takom rozsahu experimentovať s novými technológiami. Napriek tomu sa snažím o vytvorenie

vizualizačného zariadenia, ktoré bude slúžiť všeobecne potrebám na prezentáciu designerských riešení, ako aj pre potreby prezentácie prác študentov ateliéru produktového designu (APD). Je vytvorené na princípe, ktorý využíva lom svetla tzv. PEPPER GHOST hologram.

Podrobnejší popis tohto princípu je popísaný v praktickej časti.

Princíp lomu svetla bol prakticky využitý už v 19. storočí (1862) pri divadelných predstaveniach k vytvoreniu ilúzie ducha v priestore.

Tento princíp, ktorý je v podstate veľmi jednoduchý, som sa rozhodol využiť z toho dôvodu, že priemyselne vyrábané vizualizačné zariadenia sú veľmi drahé. Na uvedenom princípe je možné postaviť zariadenie, ktoré je cenovo dostupné, je jednoduché na realizáciu a zároveň spĺňa požiadavky na efektívnu prezentáciu designerských riešení. Zariadenie bolo vyvíjané vo viacerých etapách. 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. Podrobnejší popis jednotlivých fáz ako aj popis procesu tvorby designu je v praktickej časti.

3. CIELE

3.1 Voľba témy

O 3D technológie a ich využitie v designerskej tvorbe som sa zaujímal už počas tvorby praktickej časti bakalárskej práce, ktorou bol design spojleru pre nákladné automobily. Model spojleru bol vytvorený technológiou 3D tlače. Postupom času sa 3D technológie stali súčasťou mojej designerskej práce a využil som ich pri tvorbe viacerých designerskych riešení, napr. pri vytváraní modelov a vizualizácií architektonických riešení.

Východiskom 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 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. 3D vizualizačné technológie a virtuálna realita prinášajú nové možnosti prezentácie designu, ale umožňujú aj napríklad designerom kresliť popri prípade modelovať, testovať a hodnotiť vo virtuálnom 3D prostredí. V dnešnej dobe sa 3D technológie a virtuálna realita stávajú súčasťou designerskej práce.

Aktuálnosť potvrdzuje aj technologický vývoj v tejto oblasti a stále väčšia dostupnosť týchto technológií. 3D technológie sú už integrované do designerskych postupov v procese tvorby. Treba však podotknúť, že proces tvorby designu vyžaduje systematický prístup, ktorý je nutné dodržiavať tak ako pri tradičných metódach, tak aj pri využívaní 3D technológií. Z tohto dôvodu považujem za nutné skúmať 3D technológie v kontexte komplexnosti designerskej tvorby. Zároveň sa snažím v práci načrtnúť možnosti ďalšieho vývoja 3D technológií.

3.2 Ciele podrobnejšie

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.

Primárne ciele:

- analýza procesu tvorby designu s využitím 3D technológií,
- analýza 3D technológií z rôznych hľadísk a ich vplyv na jednotlivé kroky procesu tvorby designu,
- popis jednotlivých 3D technológií,
- design multimediálneho interaktívneho vizualizačného systému s využitím 3D technológií a realizácia prototypu.

Sekundárne ciele:

- popis historického vývoja vybraných 3D technológií,
- popis možností prepojenia ďalších progresívnych technológií s 3D technológiami,
- načrtnutie ďalších možností vývoja 3D technológií,
- vytvorenie softvérového vybavenia umožňujúceho interaktivitu vizualizačného zariadenia,
- popis ďalších koncepcií vývoja vizualizačného zariadenia.

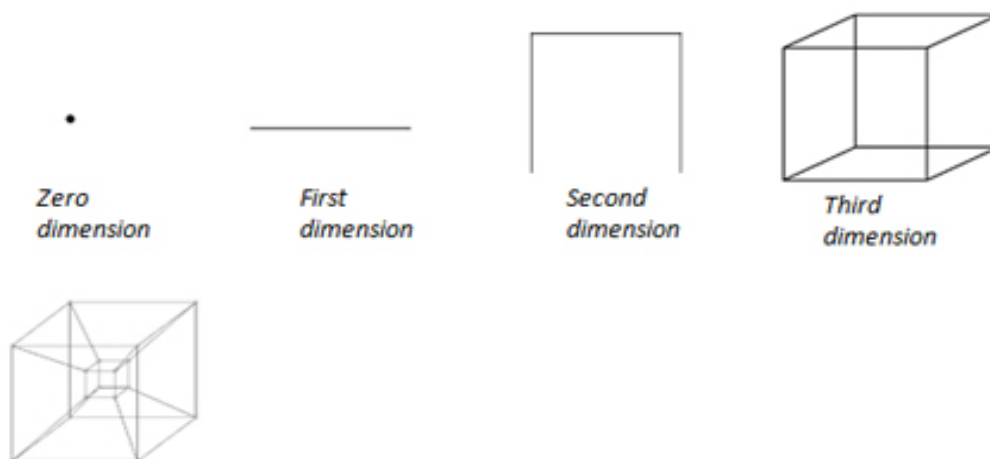
4. TEORETICKÁ ČASŤ

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. V práci je vymedzený pojem trojdimenzionálnosti z pohľadu reálneho a virtuálneho prostredia, popísané vnímanie trojdimenzionálnosti, história 3D technológií. S ohľadom na veľký rozsah problematiky súčasných 3D technológií nie je cieľom popísať komplexne všetky existujúce technológie. 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

Vo fyzike a matematike je dimenzia priestoru definovaná ako minimálny počet súradníc, ktoré sú potrebné na určenie akéhokoľvek bodu v tomto priestore.

Priamka má jeden rozmer, teda má jednu dimenziu. Plocha (rovina) má dve dimenzie, pretože je dvojrozmerná, má dĺžku a šírku a priestor má tri dimenzie, má dĺžku, šírku a výšku.



Obr. 2: Znážornenie pojmu dimenzie

Vo fyzike sa stretávame s pojmom štvordimenzionálny priestor, v ktorom sú akceptované tri rozmery priestoru a jeden rozmer času, pretože v priestore sa dejú procesy vždy v súvislosti s časom. Štvordimenzionálny priestor niekedy nazývame aj časopriestor. Takéto chápanie priestoru a času priniesla veda v 20. storočí, veľký podiel na tom mala aj teória relativity.

V súčasnej dobe existujú teórie viacdimeziionálnych priestorov, v ktorých samozrejme je viac možností pohybu a zahŕňajú v sebe aj menej dimeziionálne priestory. Podľa týchto teórií aj náš časopriestor je súčasťou viacdimeziionálneho priestoru. Aj keď si ho nevieme predstaviť, je ho možné matematicky popísať.

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 dimeziách, ktoré sú však sprostredkované pomocou 2D zobrazovacieho zariadenia (monitoru). Skutočnosťou ale je, že 3- dimeziionálne je práve modelovacie prostredie, ktoré je realizované vo virtuálnom prostredí. Z tohto dôvodu sa venujem vymedzeniu pojmov jednotlivých priestorov (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. V literatúre je možné sa stretnúť pre tento prípad s termínom 2,5D. Princípy trojrozmerného vnímania, zohrávajú v tomto prípade dôležitú úlohu, preto sa im v nasledujúcej časti práce okrajovo venujem. Pojmy v tejto časti sú uvádzané z dôvodu vysvetlenia terminológie, aby nedošlo k zlej interpretácii, pretože ďalej v práci narábam stále s pojmami trojdimeziionálnosť, 3D technológie a pod. V skutočnosti tieto 3D môžu byť reálne (fyzikálne), virtuálne, zmiešané, alebo realizované na 2D médiách.

Existuje priestor, ktorý je reálny (fyzikálny) a priestor počítačový (virtuálny). Okrem tohto existuje priestor, ktorý prepája reálny a virtuálny. Prepájanie virtuálneho a reálneho prostredia môže byť realizované pomocou technológie ako virtuálna realita, augmentovaná (rozšírená) realita. Augmentovaná realita je najbližšia reálnemu svetu, dopĺňa bežnú konvenčnú realitu o digitálne virtuálne prvky. Je ich možné realizovať prostredníctvom zariadení, ako napr. tablet, ktoré sú 2D, alebo pomocou špeciálnych okuliarov. Najvyspelejšia je však zmiešaná

realita, ktorá prepája reálne prostredie s prostredím virtuálnym s cieľom vytvárať nové prostredie, kde reálne a digitálne objekty navzájom reagujú. Popisom jednotlivých typov realít sa venujem podrobnejšie v časti 4.5.5 Virtuálne technológie.



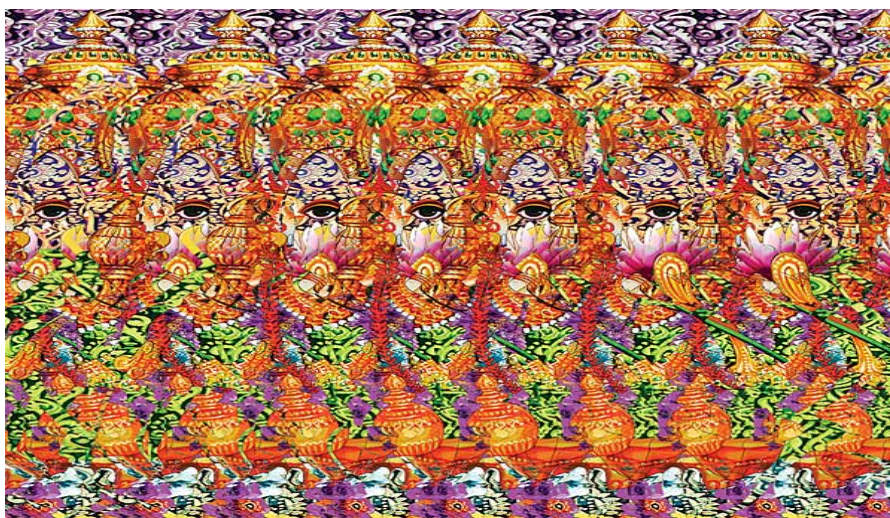
Obr. 3: Digitálny / virtuálny / počítačový priestor

Trojrozmernosť môže človek vnímať rôznymi zmyslami. Najdôležitejším pre vnímanie trojrozmernosti je zrak, hmat, sluch. Vzhľadom k tomu, že zrak v tomto procese zohráva veľkú úlohu, je potrebné vysvetliť, ako vzniká plnohodnotný obraz. Za plnohodnotný obraz sa považuje trojrozmerný, farebný a kontrastný obraz. Každý človek však nemá schopnosť rozpoznať trojrozmerný efekt v trojrozmerných obrazoch (grafikách). Približne desať percent ľudí má problémy s tzv. konvergenčným efektom pri vnímaní hĺbky. Títo sa musia aj pri bežnom trojrozmernom videní spoliehať na iné efekty, napr. na perspektívu.

4.1.1 Princípy videnia

Oči priemerného dospelého človeka sú vzdialené od seba približne 7 cm. Z toho dôvodu má každá zrenica trochu rozdielny uhol pohľadu a vidí trochu iný obraz. Človek si to uvedomí vtedy, ak zavrie jedno oko, vzápätí ho otvorí a zatvorí oko druhé. Predmety sa posúvajú o malú vzdialenosť doprava a doľava. V mozgu sa tieto oba trochu rozdielne obrazy spoja v jeden. Z malých odchýlok vzniká trojrozmerný vnem.

Trojrozmerné vnímanie je možné umelo vyvolať okrem iných metód aj napr. pomocou stereogramov. Príklad stereogramu je na obr. 4. Stereogram vyvolá efekt priestorového videnia tým, že obsahuje stále sa opakujúci vzor. Ak takýto vzor pozorujeme, pričom však zaostrujeme na imaginárny bod za obrázkom, vzniká dojem, že obrázok má hĺbku. Zobrazenie však nemá nič spoločné s perspektívnym videním, u ktorého sa určuje veľkosť objektu a jeho poloha v priestore. Touto metódou je len umelo vytváraný trojrozmerný dojem, ktorý však len opticky klame vizuálny systém, ktorý vlastne len predstiera, že vidí reálny trojrozmerný objekt.



Obr. 4: Príklad stereogramu

Veľkú úlohu v priestorovom videní zohráva skúsenosť človeka s vnímaním predmetov. Túto schopnosť si pestuje už od ranného detstva a s pribúdajúcim vekom sa zdokonaľuje v posudzovaní, ktorý predmet je bližší a ktorý vzdialenejší. V tomto mu pomáhajú isté mechanizmy.

Jedným z mechanizmov, ktorý napomáha orientácii v priestore, je veľkosť predmetov. Ako dieťa rastie, postupne v bežnom živote získava predstavu o veľkosti jednotlivých predmetov. Ako príklad si uveďme dva ľubovoľné predmety, z ktorých je jeden omnoho väčší, ako druhý. Ak menší predmet umiestnime omnoho bližšie k pozorovateľovi, môže sa nám zdať väčší. Z toho usúdime, že väčší predmet sa nachádza vo väčšej vzdialenosti. Ďalším z mechanizmov, ktoré nám uľahčujú orientáciu v priestore, je prekrývanie

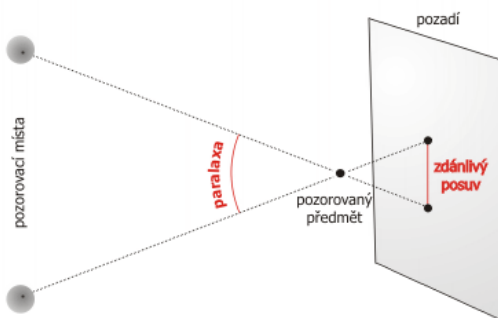
predmetov. Ak jeden z predmetov bude prekryvať nejakú časť druhého, je jasné, že bude pred ním.

Lineárna perspektíva je ďalšou z možností, ako môžeme povedať, či sú niektoré predmety vzdialenejšie, alebo bližšie. Zo skúsenosti vieme, že súbežné – rovnobežné línie sa s pribúdajúcou vzdialenosťou približujú a zmenšujú. Toto je možné pozorovať na rovnom úseku cesty, či na koľajniciach.



Obr. 5: Lineárna perspektíva

Ďalším pomocníkom je paralaxa. Paralaxa je vlastne zdanlivý rozdiel polohy pozorovaného predmetu vzhľadom na pozadie, ak pozorujeme predmet z dvoch rozličných miest. Najjednoduchším príkladom paralaxy v praxi je pozorovanie predmetov striedavo ľavým a pravým okom. Predmety, ktoré sú v popredí sa zdanlivo posúvajú voči pozadiu – zdanlivý posun je tým väčší, čím bližšie je pozorovaný predmet.



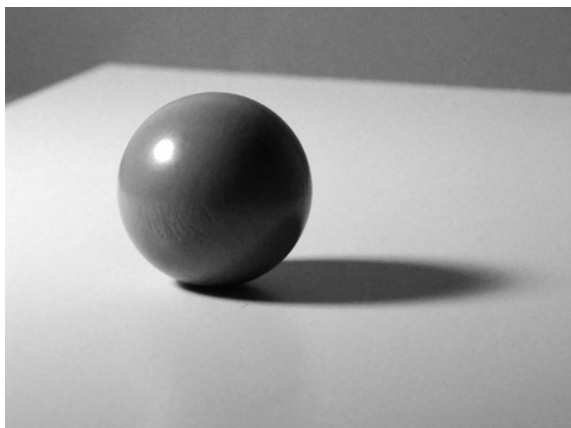
Obr. 6: Paralaxa

V orientácii môže pomôcť aj tzv. stmavovanie farieb. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou totiž farby tmavnú. Je to spôsobené tým, že vzduch nie je rovnako priepustný pre všetky vlnové dĺžky. Tmavnutie môžeme pozorovať u lesov na obzore, ktoré sú ďaleko tmavšie ako lesy bližšie. [4]



Obr. 7: Atmosférická perspektíva

Najjednoduchším spôsobom, ako vnímať hĺbku a plasticitu predmetu je tieň. Pri dopade svetla na nerovný povrch predmetu sa za vypuklými miestami utvorí tmavšie miesto, ako je na zvyšných miestach objektu. Je to spôsobené tým, že vystúpená časť vytvorí akúsi clonu, či prekážku lúčom. Opäť na základe skúsenosti môžeme posúdiť, ako určitý objekt vyzerá trojrozmerné.



Obr. 8: Plasticita predmetu vytvorená tieňom

Samozrejme, že nás tieto naučené mechanizmy môžu aj klamať a doviest' k mylnému úsudku. Existuje veľké množstvo tzv. optických klamov ako napr. Fraseova „špirála“, pri ktorej sa kruhy javia ako špirála a pod.

4.1.2 Hmatové vnímanie

Ďalším z faktorov priestorového vnímania predmetov je hmatové vnímanie. Hmatové vnímanie sa od zrakového odlišuje v niekoľkých skutočnostiach. Hmatom môžeme vo všeobecnosti rozlíšiť viac znakov predmetu než zrakom. To ale neznamená, že priestorové vnímanie hmatom je presnejšie, než vnímanie pomocou zraku. Existujú určité vlastnosti predmetov, ktoré môžeme vnímať iba hmatom a naopak iné, ktoré postrehneme iba zrakom. Napríklad k vnímaniu farieb využijeme iba zrak, hmatom zase môžeme vnímať napríklad teplotu.

Priestorové vnímanie je možné aj prostredníctvom sluchu. Človek pre komplexné pochopenie priestoru a umiestnenia predmetov v ňom používa všetky zmysly, ktoré sa navzájom dopĺňajú. Pre moju prácu je však najdôležitejšie zrakové vnímanie priestoru, keďže sa v práci zameriavam aj na 3D zobrazovacie technológie, ktoré pracujú s uvedenými princípmi videnia. Z toho dôvodu som považoval za dôležité sa aspoň okrajovo venovať tejto problematike.

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 podľa účelu, na ktorý sa využívajú, do nasledujúcich skupín :

- navrhovacie
- výrobné
- replikačné
- prezentačné / zobrazovacie
- testovacie, simulačné

Navrhovacie technológie slúžia v procese návrhu designu a patria sem predovšetkým technológie pre vytváranie 3D modelov napr. CAD.

Výrobné 3D technológie slúžia k výrobe konkrétneho výrobku, navrhnutého inou 3D technológiou. Medzi výrobné technológie patria napr. 3D tlač, 4D tlač, 3D pero.

Replikačné 3D technológie sú technológie, ktoré slúžia na replikáciu, čiže na vytvorenie diela, ktoré sa zhoduje s originálom. Takouto technológiou je napr. 3D scan, 3D photogrametria. Pomocou technológie 3D skenovania je možné vytvoriť digitálnu reprezentáciu reálneho objektu vo virtuálnom prostredí. Technika 3D fotogrametrie umožňuje pretvárať 2D snímky do 3D dát.

Prezentačné / zobrazovacie technológie umožňujú interaktívnu vizualizáciu, prezentáciu designerských riešení vo virtuálnom, ale aj reálnom prostredí a disponujú potenciálom lepšie odprezentovať a vysvetliť designerske riešenie ako tradičné 2D rendre. Medzi takéto technológie patria stereoskopia, holografia, 3D TV, Cave, atď.

Testovacie, simulačné 3D technológie umožňujú vytvárať prostredie, ktoré simuluje skutočnosť. Rozumie sa tým skutočnosť, že je vytváraný vizuálny zážitok, ktorý môže byť zobrazovaný na obrazovke počítača, alebo prostredníctvom iného špeciálneho stereoskopického zariadenia. Patrí sem simulácia, virtuálna realita a pod.

3D technológie prinášajú nové možnosti do procesu tvorby designu vo virtuálnom trojrozmernom prostredí.

4.3 História vývoja 3D technológií

Snaha ľudstva zachytiť reálny svet siaha až do praveku, čoho dôkazom sú nástenné maľby. Takéto snahy je možné datovať naprieč všetkými historickými obdobiami. Vývoj pokračoval maľbou realistickou, kedy umelci na priestorové zobrazenie využívali svetlo, tieň, farbu, perspektívu a pod. Vrcholom realistického 2D zobrazenia bol vynález fotografie.

Začiatky fotografie možno považovať za začiatok prehistórie 3D technológií. V roku 1844 bolo vynájdené zariadenie stereoskop, ktorý mohol snímať 3D

fotografické obrázky. Stereoskop vynášiel David Brewster. Na „Great Exhibition“ v roku 1851 bol pomocou tejto technológie zhotovený obraz kráľovnej Viktórie. Obraz zhotovil Louis Jules Duboscq sa stal veľmi známym po celom svete. Čoskoro sa použitie stereoskopických kamier stalo módiou a počas druhej svetovej vojny boli celkom bežne používané.



Obr. 9: Stereoskop

V nasledujúcich rokoch došlo k ďalšiemu zlepšeniu technológie stereoskopie. Boli vynájdené kinemascopy, stereo animačné kamery a nasledoval prvý poloreliéfny film, vyrobený v roku 1915. V roku 1922 bol verejne publikovaný prvý čiernobiely 3D film "The Power of Love" a v roku 1935 bol produkován prvý 3D farebný film.

V ďalšom desaťročí nastal útlm vo vývoji v tejto oblasti. V roku 1950 sa však 3D technológie vracajú. V týchto rokoch sa stali veľmi populárnymi televízory, čo malo za následok, že filmové štúdiá sa snažili potlačiť rastúcu popularitu televízie. Vytvárali množstvo filmov, ktorými sa snažili pritiahnúť ľudí do kín. Bohužiaľ, nie všetky kiná boli v prevádzke s 3D technológiou.

V roku 1960 bola vynájdená nová technológia známa ako 3D Space-Vision. Táto nová technológia odstránila nutnosť používať dve premietacky pre zobrazenie. Prvý film, ktorý bol vytvorený s použitím tejto technológie bol zážitkom a lákal obrovské publikum.

V roku 1970 bola vyvinutá stereovízia - nová 3D technológia, ktorá používala špeciálnu anamorfnú šošovku, ktorá rozširovala obraz pomocou série polaroidných filtrov. Za obdobie po roku 1970 bolo vytvorených množstvo filmov. V roku 1986 vznikol prvý 3D film, ktorý využíval zobrazenia s využitím polarizačných okuliarov. V roku 1990 vznikli filmy, ktoré boli premietané v IMAX 3D kinách. S rozvojom 3D filmov bolo nutné vyvíjať aj zobrazovacie zariadenia. V roku 2010 došlo k veľkému pokroku v 3D televíziách. Vznikli kanály, ktoré vysielajú vzdelávacie, dokumentárne programy, športové podujatia a hudobné programy - samozrejme všetko v 3D zobrazení. [5]

Rozvoj 3D technológií aj v tejto oblasti stále pokračuje a ako sa očakáva budú sa v nasledujúcich rokoch ďalej rozširovať. Aj napriek tomu, že technologická vyspelosť bude rásť, ceny pravdepodobne pôjdu nižšie a nižšie.

Súčasne so rozvojom 3D zobrazovacích technológií sa rozvíjali aj iné 3D technológie. Všetko súviselo s rozvojom výpočtovej techniky. Z roka na rok boli vyvíjané rýchlejšie počítače s väčšími kapacitnými možnosťami, čo sa týka pamäti i diskov, čo umožňovalo spracovanie čoraz väčšieho objemu dát. Boli vyvíjané čoraz kvalitnejšie programy pre spracovanie veľkého objemu dát v rôznych oblastiach. Jednou z oblastí, ktorá sa rozvíjala súbežne s rozvojom výpočtovej techniky bola počítačová grafika.

Výskum v oblasti 3D grafiky prebiehal od 60. rokov 20. storočia súčasne v mnohých štátoch sveta, ale hlavne v Spojených štátoch amerických. Najvýznamnejšiu úlohu v tejto oblasti zohrala Univerzita v Utahu, kde bol roku 1968 Davidom Evansom založený projekt pre rozvoj počítačovej grafiky.

Medzi najdôležitejšie objavy v rámci tohto programu patria:

- základné algoritmy a techniky renderovania (napríklad z-buffer, anti-aliasing, perspektívne kreslenie, atď.),
- mapovanie textúr, ktoré slúžia k realistickejšiemu zobrazeniu 3D modelu,
- rôzne metódy tieňovania.

Objavy v oblasti počítačovej grafiky sa stali základom pre vývoj rôznych programov určených pre 3D modelovanie.

S rozvojom 3D modelovania vznikali rôzne nástroje, slúžiace na ďalšiu prácu s vytvorenými 3D modelmi. Toto slúžilo ako základ pre vytvorenie oblasti CAD/CAM systémov, ktoré sú pre designersku prácu dnes už nevyhnutnosťou.

História CAD

Zatiaľ čo sa niektorým ľuďom môžu zdať CAD programy nové, mnohé z počítačových programov v tejto oblasti, ktoré dnes používame, sú tu už viac ako desaťročia. Ich pôvod začal vlastne pred viac ako 50 rokmi. Takto však je možné datovať len vznik moderných 3D technológií. Keď skúmame navrhovanie vo všeobecnosti, môžeme skonštatovať, že už vývoj deskriptívnej geometrie v 16. a 17. storočí dal základ pre jeho vznik. Metódy navrhovania sa postupom času zlepšovali, míľnikom bol napríklad vynález kresliacich strojov. Tvorba inžinierskych výkresov sa naozaj zmenila až po druhej svetovej vojne.

Počas vojny sa značne vyvíjala oblasť výpočtových systémov v reálnom čase. Do 50. rokov 20. storočia pracovalo niekoľko desiatok ľudí na rozvoji číslicového riadenia obrábacích strojov a automatizácii inžinierskych návrhov. Zvlášť práca dvoch ľudí - Patricka Hanrattyho a Ivana Sutherlanda – mala zásluhu na tom, že položila základ technológie, ktorú dnes poznáme ako CAD.

Ako "otec CAD / CAM" je však uznávaný Hanratty. V roku 1957, keď pracoval v spoločnosti GE, vyvinul PRONTO (program pre numerické operácie s nástrojmi). Bol to prvý komerčný CNC programovací systém. O päť rokov neskôr predstavil Sutherland svoju prácu, ktorá zahŕňala prvé grafické užívateľské rozhranie, umožňujúce pomocou svetelného pera manipuláciu s objektmi zobrazenými na CRT obrazovke.

Šesťdesiate roky priniesli ďalší vývoj, vrátane prvého digitalizátora, ktorý bol vlastne prvým interaktívnym grafickým výrobným systémom. Do konca tohto desaťročia bolo založených niekoľko spoločností, ktoré komercionalizovali svoje CAD programy, avšak tieto programy pracovali ešte na princípe 2D.

Od sedemdesiatych rokov minulého storočia sa výskum presunul z 2D na 3D. Hlavné míľniky zahŕňali prácu Kena Versprilla, ktorého vynález NURBS tvoril základ moderného modelovania 3D kriviek a povrchov. Tím vedcov Alan

Grayer, Charles Lang, a Ian Braid položili základ pre modelovacie systémy, využívajúce metódu modelovania telies (solid modeling).

S nástupom pracovných staníc UNIX na začiatku osemdesiatych rokov minulého storočia sa začali objavovať komerčné CAD systémy ako CATIA a ďalšie v leteckom, automobilovom priemysle. Avšak až zavedenie prvého PC IBM do používania v roku 1981 vytvorilo pôdu pre rozsiahlejšie rozšírenie CAD. Nasledujúci rok - v roku 1982 vytvorila skupina programátorov spoločnosť Autodesk a v roku 1983 uviedli na trh AutoCAD, prvý významný CAD program pre IBM PC.



Obr. 10: Z histórie AutoCAD

AutoCAD bol obrovským míľnikom vo vývoji CAD systémov. Odvtedy sa modernejšie technológie stávali cenovo dostupnejšie. Ale stále to bolo ešte 2D. To sa zmenilo v roku 1987 vytvorením CAD programu Pro / ENGINEER, ktorý bol založený na pevnej geometrii a parametrických technikách pre definovanie častí a zostáv. Pracoval na PC UNIX, počítače toho času však neboli jednoducho dostatočne výkonné.

Až v deväťdesiatych rokoch bol počítač schopný výkonov, ktoré vyžadovali technológie 3D CAD. V roku 1995 bol vydaný SolidWorks. Bol to prvý významný modelovací program pre Windows. Potom nasledovali Solid Edge,

Inventor a ďalšie. Ďalších 10 rokov v tejto oblasti dominovali štyria hlavní hráči - spoločnosti Autodesk, Dassault Systemes (ktorá získala SolidWorks v roku 1997), PTC a UGS (teraz Siemens PLM) spolu s množstvom menších vývojárov. [6]

Dnešná moderná éra CAD sa vyznačuje zdokonalením modelovania, integráciou analýz a riadením produktov, ktoré sú vytvárané od koncepcie a inžinierstva až po výrobu, predaj a údržbu (čo sa stalo známym ako PLM, riadenie životného cyklu produktu). CAD sa však od minulosti v podstate nezmenili, zmeny sú len v rámci pridávania ďalších funkcionalít a aktualizácie používateľského rozhrania, zrýchľovania procesov a skvalitňovania výstupov. Výsledkom je, že designeri trávajú menej času plánovaním konštrukcie modelu, menej čakajú na zmeny designu a menej času potrebujú na rekonštrukciu importovaných alebo zákazníckych údajov pre nové použitie.

S vývojom počítačových modelov vzniká súčasne potreba výroby prototypov i konečných výrobkov, ktoré mnohokrát majú tak zložitý tvar, že ich výroba tradičnými metódami by bola veľmi komplikovaná, v niektorých prípadoch až nemožná. Z tohto dôvodu súbežne s 3D CAD technológiami prebieha proces vývoja 3D výrobných technológií, medzi ktoré patrí i 3D tlač.

História 3D tlače

Od vynálezu stereolitografie Charlesom Hullom v roku 1984 prešla 3D tlač intenzívnym vývojom a našla si svoje uplatnenie v širokom spektre priemyselných odvetví. Vzhľadom k tomu, že každý druh priemyslu kládol na 3D tlač rôznorodé požiadavky, bola táto oblasť nútená rozvíjať sa rôznymi smermi. Tieto skutočnosti podnietili rozvoj nových technologických postupov pri 3D tlači. V histórii 3D tlače sa dajú charakterizovať hlavné míľniky, ktoré podstatným spôsobom ovplyvňovali jej vývoj. V ďalšej časti sa pokúsím stručne definovať jednotlivé míľniky.

V roku 1984 Charles Hull skúma fotopolyméry atramentových tlačiarňí a objavuje ich špecifické fyzikálne vlastnosti, zaisťujúce tuhnutie materiálu pri pôsobení UV žiarenia. Na tomto základe vyvíja technológiu pre tlač fyzických 3D objektov z digitálnych dát. O dva roky neskôr, v roku 1986 získava patent a pomenúva svoju technológiu Stereolitografia. Zakladá spoločnosť 3D Systems a

vyvíja funkčný prototyp prvej skutočnej 3D tlačiarne SLA 1 (Stereolithographic apparatus # 1).



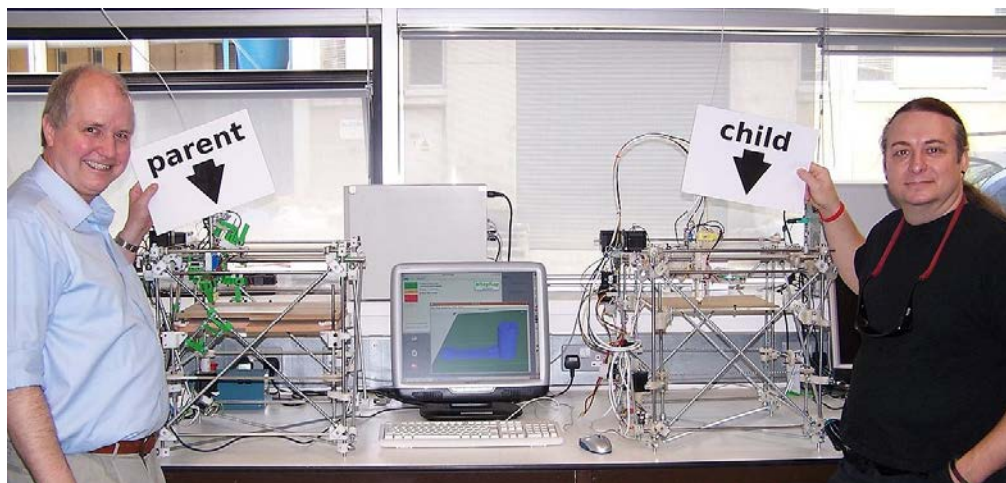
Obr. 11: Prvá SLA 3D tlačiareň

Spoločnosť 3D Systems v roku 1988 prináša verejnosti prvú verziu 3D tlačiarne s názvom SLA 250. Súčasne sú predstavené ďalšie technológie, ktoré sú podobné stereolitografii, Fused Deposition Modeling (FDM), Selective Laser Sintering (SLS).

V roku 1992 bola použitá 3D tlač pri výrobe a testovaní prototypov súčiastok v automobilovom a leteckom priemysle. Postupom času nastáva ďalší rozvoj v tejto oblasti a 3D tlač sa uplatňuje aj iných oblastiach ako v priemysle. Prevratom v medicíne bolo vytvorenie časti orgánu, ktorý bol potiahnutý pacientovými vlastnými bunkami v roku 1999, ako aj vytlačenie prvej miniatúrnej funkčnej obličky v roku 2002, ktorá bola úspešne použitá pri transplantácii pre choré zvieratá. Toto otvára nové možnosti pri transplantácii orgánov.

Za začiatok revolúcie 3D tlače sa považuje rok 2005, keď Dr. Adrian Bowyer na Univerzite v Bath zakladá RepRap, open - source iniciatívu s cieľom vyrobiť 3D tlačiareň, ktorá by dokázala replikovať väčšinu svojich súčiastok, a tým by umožnila znížiť náklady na výrobu a zvýšila dostupnosť i pre domácich užívateľov. V roku 2008 vychádza prvá verzia z projektu RepRap,

samoreplikačná tlačiareň Darwin, schopná vytlačiť väčšinu vlastných komponentov.



Obr. 12: RepRap projekt

V tomto období 3D tlač preniká aj do protetiky. Bola „vytlačená“ komplexná protéza nohy, ktorá sa skladala z niekoľkých častí a ktorá nepotrebovala následnú montáž. Rovnako bol predstavený prvý rapid prototyping systém umožňujúci výrobu 3D dielov pomocou rôznych druhov materiálov súčasne. Rapid prototyping alebo aditívna výroba, ako sa tejto technológii hovorilo pred zavedením pojmu 3D tlač, sa od roku 2008 dostala na úroveň, keď ponúka dostatočnú kvalitu pre rôzne priemyselné oblasti.

V roku 2009 sa dosahujú ďalšie pokroky v medicíne, pomocou 3D tlačiarne sa darí vytlačiť organické cievy použiteľné pri transplantácii pre ľudského pacienta. Úspechy sa dosahujú i tom zmysle, že sa darí tlačiť čoraz väčšie modely. V roku 2010 spoločnosť Stratasys spúšťa novú službu RedEye on Demand slúžiacu k tlači nadrozmerných 3D objektov. Tá istá spoločnosť zároveň prezentuje v tomto období prvý prototyp automobilu - Urbe v životnej veľkosti, ktorého celá karoséria a všetky externé komponenty sú vytlačené pomocou služby RedEye on Demand.

V roku 2011 sa prvýkrát objavuje využitie 3D tlače v oblasti gastronómie, vedci na Cornell University oznamujú začiatok vývoja 3D tlačiarne na výrobu jedla. Ďalším príkladom je vývoj na Univerzite Brunel v

spolupráci s Univerzitou Exeter, ktoré vyrábajú prvú 3D tlačiareň na čokoládu. V tomto období je možné nájsť veľa príkladov prvotného použitia 3D tlače v rôznych oblastiach priemyslu napríklad šperkárskoho, čím sa otvára brána lacnejšieho a presnejšieho vývoja a výroby klenotov.

Za zmienku stojí ešte napr. výroba implantátov. V roku 2012 lekári v Holandsku si od spoločnosti LayerWise nechávajú vytvoriť novú spodnú čeľusť pre 83 ročnú pacientku, ktorú jej následne úspešne implantujú. [7], [8].

V nasledujúcich rokoch došlo v tejto oblasti k rýchlemu rastu. V súčasnej dobe existujú 3D tlačiarne s kvalitnými výstupmi vo výrobných i iných aplikáciách. Začiatok deväťdesiatych rokov bol svedkom rastúceho počtu konkurenčných spoločností, tri z nich, 3D Systems, EOS a Stratasys, sú na čele i dnes. Postupom času boli predstavené aj iné alternatívne 3D tlačové procesy, ktorých zavedenie do praxe rozdelilo trh, týkajúci sa 3D technológií. Vplyv 3D tlače v priemyselnom sektore je nepochybne veľký.

História 3D pera

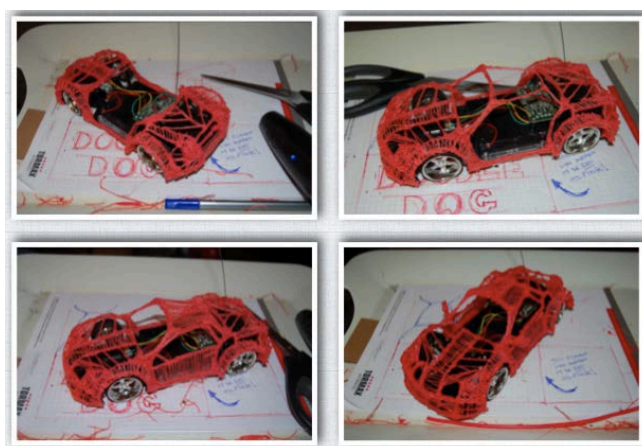
História 3D kresliaceho pera sa datuje do roku 2012, kedy bol vytvorený prvý prototyp kresliaceho pera 3D doodle. Vynálezcovia, Peter Dilworth, Daniel Cowen a Maxwell Bogue, sa pri vytvorení tohto pera inšpirovali práve procesom 3D tlače. Podobne ako v 3D tlači je aj pri 3D perách použitý princíp aditívnej výroby.

Vynálezcovia navrhli 3D pero s použitím plastových vlákien, ktoré pozostávajú z kyseliny poly-mliečnej (PLA) alebo akrylonitril-butadién-styrénu (ABS). V ďalšom období boli použité aj iné zdroje vlákna, ale tieto dva zostávajú najvýznamnejšie.

Týmto vzniklo zariadenie pre vytváranie trojrozmerných objektov, ktoré bolo patentované v roku 1995. Na vytvorenie 3D objektov boli použité nanášacie pištole, ktoré extrudovali vysoko ohriate materiály, ktoré stuhnú a stvrdnú do požadovaného tvaru. Tieto zariadenia boli použité napríklad na odlievanie šperkov a iné okrasné diela v minulosti. Princíp vytvárania 3D modelov bol základom pre funkčnosť 3D pera. Technológia 3D pera, ako všetky ostatné,

prechádzala postupne inováciami a na modeli vyrobenom v roku 2012 bolo vykonaných niekoľko zmien [9].

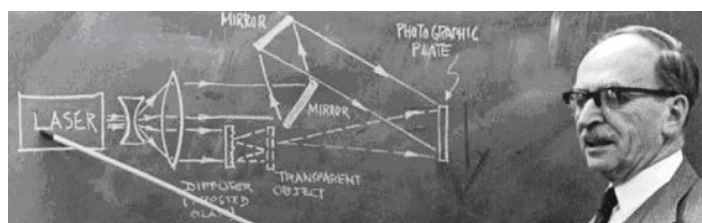
V roku 2015 bola na trh uvedená vylepšená verzia 3D tlačového pera. Vylepšenie predstavovalo niekoľko aktualizácií, ktoré zahŕňali zmenu tvaru a veľkosti hrotu pera 3D. Tiež bol zabudovaný tichší ventilátor, ako mala prvá verzia, rovnako inovatívny bol aj menší a pohodlnejší design. Objavili sa rôzni výrobcovia 3D pier, avšak väčšina zmien bola sústredená na funkcionálnosť a ergonómiu. 3D perá predstavujú nové médium v designerskej práci.



Obr. 13: Aplikácia 3D pera

História holografie

Vznik holografie sa datuje od roku 1947, keď britský vedec Dennis Gabor vyvinul teóriu holografie pri práci na zlepšení rozlíšenia elektrónového mikroskopu. Gabor vytvoril termín hologram z gréckych slov holos, čo znamená "celok" a gramma, čo znamená "správa". Počas nasledujúceho desaťročia však ďalší vývoj v tejto oblasti nepokračoval, pretože neboli dostupné vhodné zdroje svetla, ktoré by boli koherentné.



Obr. 14: Dennis Gabor vysvetľuje princíp holografie

Bariéra bola prekonaná v roku 1960 ruskými vedcami N. Bassovom a A. Prokhorovom a americkým vedcom Charlesom Townsom, vynálezom lasera, ktorého čisté, intenzívne svetlo bolo ideálne pre výrobu hologramov. V tom istom roku bol vyvinutý Dr. T. H. Maimamom impulzný rubínový laser. V roku 1967 bol vyrobený prvý hologram človeka, čo pripravilo cestu pre špecializovanú aplikáciu holografie, ktorou sú pulzujúce holografické portréty.

V roku 1962 Emmett Leith a Juris Upatnieks z Michiganskej univerzity zistili, že holografia môže byť použitá ako 3D vizuálne médium. V roku 1962 si preštudovali Gaborovu prácu. Poznatky rozvinuli s využitím techniky lasera, ktorú poznali zo svojej práce pri vývoji radarov. Výsledkom bol prvý laserový prenosový hologram 3D objektov (hračka a vták). Tieto prenosové hologramy produkovali obrázky s jasnosťou a realistickou hĺbkou, ale vyžadovali laserové svetlo na zobrazenie holografického obrazu. Ich priekopnícka práca viedla k štandardizácii zariadenia používaného na výrobu hologramov.

V roku 1962 Dr. Jurij N. Denisjuk z Ruska rozvinul holografiiu. Denisjukov prístup vytvoril hologram založený na odraze bieleho svetla, ktorý bol po prvýkrát viditeľný v svetle bežných žiaroviek. Ďalší významný pokrok v zobrazovacej holografii sa objavil v roku 1968, keď Dr. Stephen A. Benton vynášiel metódu holografie, založenú na prenose bieleho svetla pri skúmaní holografickej televízie vo výskumných laboratóriách Polaroid. Tento typ hologramu je viditeľný v bežnom bielom svetle. Bentonov vynález je obzvlášť dôležitý, pretože umožňoval masovú výrobu hologramov pomocou reliéfnej techniky, ktorá má veľké uplatnenie pri výrobe ochranných prvkov v bankovníctve, reklame a grafickom designe.

V roku 1972 vyvinul Lloyd Cross integrálny hologram kombináciou metódy holografie prenosu bieleho svetla s bežnou kinematografiou na vytvorenie pohyblivých trojrozmerných snímok. Na holografický film sa zaznamenávajú postupné snímky pohybujúceho sa objektu - 2D zábery. Pri pohľade na obrázky ľudský mozog syntetizuje efekt trojrozmerného obrazu.

V 70. rokoch minulého storočia Victor Komar a jeho kolegovia v Rusku vyvinuli prototyp premietaného holografického filmu. Obrázky boli

zaznamenané pomocou pulznej holografickej kamery. Film bol premietaný na holografickú obrazovku, ktorá vytvárala efekt trojdimenzionálnosti obrazu pre niekoľko pozorovacích bodov v publiku. [10]

Na tomto mieste chcem podotknúť, že existuje veľké množstvo 3D technológií, ktorých histórii sa na tomto mieste nevenujem, hlavne z dôvodu veľmi širokého rozsahu uvedenej problematiky. Pretože pre proces tvorby designu sú najdôležitejšie 3D technológie modelovania a tlače, venoval som sa v tejto časti hlavne histórii uvedených technológií. Zároveň som v úvode popísal históriu 3D zobrazovacích technológií, ktorých vývoj prispel aj k rozvoju ďalších oblastí. Vzhľadom k tomu, že v praktickej časti mojej práce sa zaoberám návrhom pseudo-holografického zobrazovacieho zariadenia, nedalo mi nespomenúť v tejto časti niečo z histórie holografie. Každéj časti sa venujem v samostatnom odseku, pretože popísať všetky technológie chronologicky na jednej časovej osi je veľmi komplikované. Vývoj jednotlivých 3D technológií sa v jednotlivých časových obdobiach prelínal a vývoj jednej technológie ovplyvňoval technológiu inú.

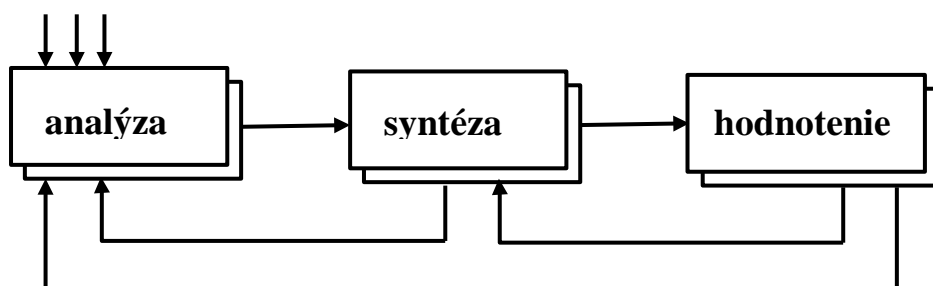
4.4 Proces tvorby designu

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.

V kapitole je skúmaný proces návrhu designu ako postupnosť jednotlivých krokov, ktoré je nevyhnutné v procese zrealizovať. Kroky majú určitú nadväznosť, sú logicky usporiadané a vytvárajú spolu ucelený systém. Úplne najjednoduchším spôsobom možno procesy tvorby designu vyjadriť pomocou troch fáz, ako vyjadruje obr. 15.

V najjednoduchšom ponímaní sú tri fázy procesu: analýza, syntéza a následné hodnotenie. V tomto modelovom prípade sa prechádza postupne z jedného kroku na druhý. Pri hľadaní optimálneho riešenia je však možné ľubovoľný proces opakovať. Napríklad je možné prechádzať z fázy syntézy i hodnotenia

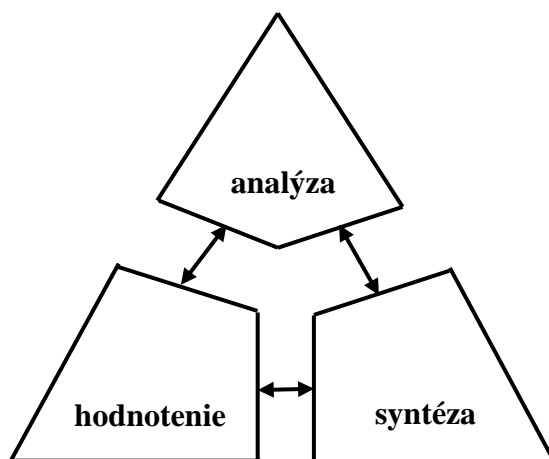
späť do fázy analýzy v prípade, že sa v procese vyskytli nejaké problémy. Každý nový cyklus postupne generuje nové vylepšené varianty. [11]



Obr. 15: Zovšeobecnená schéma designerskeho procesu

Reprezentácia designu na obr. 15 znázorňuje lineárny proces, avšak viac vierohodná reprezentácia procesu je znázornené obr. 16, ktorý poukazuje na to, že fáza začiatku procesu nemusí začínať vždy analýzou.

Na procese sa zúčastňujú rovnako ako v predchádzajúcom prípade analýza, syntéza, hodnotenie, ale obrázok neuvádza žiadne začiatkové a konečné body procesu, alebo smeru toku z jednej činnosti do druhej. Smer toku činností je vlastne obojstranný. [11]



Obr. 16: Odpovedajúcejšia schéma designerskeho procesu

Zvyčajne v procese tvorby designu sa musí uskutočniť omnoho viacero krokov ako v týchto zovšeobecnených schémach. Musí byť vykonaný prieskum, designer musí naštudovať a chápať požiadavky, vytvoriť jedno alebo viac riešení, otestovať ich vzhľadom k niektorým explicitným alebo implicitným kritériám a prezentovať designerske riešenie klientom a konštruktérom.

Samozrejme, že postupnosť krokov nemusí byť v tomto poradí.

4.4.1 Metodika tvorby designu

Metodikami sú označované zoradené súbory pracovných postupov, ktoré sú určené pre riešenie konkrétnych úloh.

V mnohých odboroch je metodika pevne stanovená, v procese tvorby designu je to však iba akýsi orientačný pracovný postup. Metodicky je však možné tento kreatívny proces zovšeobecniť a rozdeliť na jednotlivé kroky, ktoré by mali mať danú nadväznosť. Existuje veľké množstvo metodík, z ktorých niektoré sú len veľmi stručné v tom zmysle, že obsahujú len niekoľko málo obecných krokov, iné sú zase veľmi podrobné. Príkladom stručnej metodiky je metodika, ktorá bola vytvorená Radou pre design (Design council London) v roku 2005 ako jednoduchý grafický spôsob opisovania procesu designu. Metodika sa volá Model dvojitého diamantu (double diamond diagram). [12]

Metodika v tomto modeli navrhuje rozdelenie tvorivého procesu do štyroch odlišných fáz a týmu sú:

- objavovanie
- definovanie
- vyvíjanie
- doručovanie

Fáza objavovania predstavuje začiatok projektu. Začína počiatočnou myšlienkou alebo inšpiráciou, často pochádzajúcou z fázy objavovania, v ktorej sú identifikované potreby používateľa. Patria sem: prieskum trhu, výskum používateľov, správa informácií, návrh výskumných skupín.

Fáza definovania predstavuje fázu, v ktorej sa dosahuje interpretácia a zosúladenie týchto potrieb s obchodnými cieľmi. Kľúčovými aktivitami počas fázy definovania sú: vývoj projektu, projektový manažment.

Fáza vývoja označuje obdobie, keď sa vyvíjajú, opakujú a testujú designerske riešenia. Kľúčové aktivity a ciele počas fázy vývoja sú: multidisciplinárna práca, vizuálne riadenie, vývojové metódy, testovanie.

Fáza doručovania predstavuje fázu modelu, v rámci ktorej sa výsledný produkt alebo služba dokončia a uvedú na trh. Kľúčové aktivity a ciele v tejto fáze sú: konečné testovanie, schválenie a spustenie produktu s nejakými cieľmi, hodnotenie a spätná väzba. [12]

Existujú však aj omnoho podrobnejšie metodiky, ktoré neplatia všeobecne a sú zamerané na konkrétnu oblasť. Iná metodika platí napr. pri designe šperkov ako pri designe osobného automobilu. Aj v rámci konkrétnej oblasti má každá väčšia firma svoju metodiku, ktorú používa pri designe nových produktov. Príkladom takejto metodiky je Škoda Auto, 2000. [13]

Metodika sa môže líšiť aj v závislosti od účelu metodiky, niektoré výroby sú zamerané viac na estetickosť, iné na funkčnosť výrobku, alebo na jeho ergonómiu. V závislosti od tohto zamerania musí byť stanovená aj metodika. Metodiku samozrejme ovplyvňuje technologický pokrok, preto metodiky sú stále aktualizované. V súčasnej dobe nájdeme v literatúre veľké množstvo metodík, z ktorých sú však mnohé už zastarané.

Metodikou procesu tvorby designu sa zaoberalo množstvo teoretikov. Ako príklad je možné uviesť metodiky:

- Janíček, 1998, ČR [15]
- Hill, 1970, USA [14]
- Škoda Auto, 2000 [13]
- Lazerev 1988, Rusko [16]

Bez ohľadu na to, o akú metodiku sa jedná, v procese tvorby designu každá v podstate zahŕňa nasledujúce časti procesu a tými sú:

- 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.

Proces tvorby designu je veľmi individuálny proces, ktorý sa líši pri rôznych druhoch projektov, ale aj každý designer má svoj „postup“ pri vytváraní designu.

4.4.2 Popis jednotlivých krokov procesu tvorby designu

V ďalšej časti budú podrobnejšie popísané jednotlivé kroky procesu tvorby designu.

Fáza analýzy

V práci sa počiatočnej fáze analýzy podrobnejšie nevenujem z toho dôvodu, že je veľmi individuálna a závisí od jednotlivých zadaní. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že v počiatočnej fáze je analyzovaná daná problematika, vykonáva sa prieskum trhu, konkurenčných riešení, pokiaľ nejaké existujú. 3D technológie však ovplyvnili aj túto počiatočnú fázu. V dnešnej dobe umožňujú okrem iného i hľadať konkurenčné riešenia a pomocou týchto technológií ich analyzovať. Z uvedeného pohľadu môže byť fáza analýzy jednoduchšia ako bola v minulosti, na druhej strane je však omnoho exaktnejšia.

Skicovanie, designerska kresba

Dovolím si tvrdiť, že designerska kresba je jedným z podstatných elementov procesu tvorby designu. Je pravda, že sa designerska kresba v dobe digitalizácie mení, ale v procese tvorby má nezastupiteľné miesto bez ohľadu na technológie.

Designerska kresba slúži na rýchle, efektívne zachytávanie chodu myšlienok, nápadov, tvarových riešení pri tvorbe designu produktu. V literatúre sa môžeme stretnúť aj s termínom „rapid idea generation“, čo vo voľnom preklade znamená rýchle zachytávanie nápadov. Je akosi formou komunikácie medzi designerom

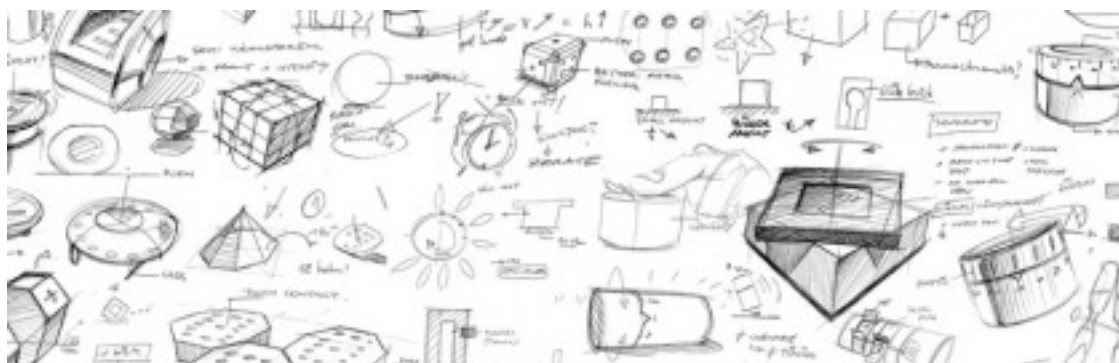
a výrobcom, poprípade zadávateľom projektu. Aj keď v súčasnej dobe už existuje veľa moderných 3D technológií, žiadna moderná technológia nie je na zachytávanie a vizualizácia myšlienok, nápadov, riešení tak vhodná a efektívna ako klasická kresba. Pravdepodobne sa ešte dlho bude využívať.

Designersku kresbu môžeme rozdeliť v procese tvorby do skupín na základe účelu a jej zámeru na: [17]

- Ideovú kresbu
- Prieskumnú kresbu
- Vysvetľujúcu kresbu
- Presvedčivú kresbu

Ideová kresba - Ideation sketching

Jej primárnym účelom nie je zachytenie formy a tvaru, slúži na rýchle zachytenie podstaty a myšlienok. Ideové skice slúžia designerovi k pochopeniu zadania. Sú akosi prípravnou fázou v procese tvorby designu. Ideová kresba analyzuje podstatu problému a kontext, v ktorom sa daný produkt/design nachádza. Býva často doplnená textovou časťou, popiskami, vysvetlivkami. Takýto typ kresby slúži predovšetkým pre interné účely designera.

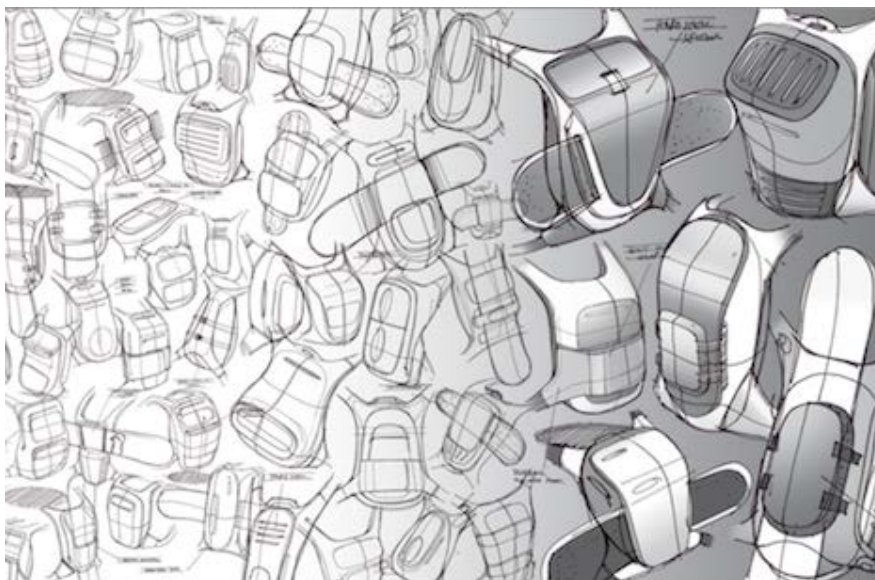


Obr. 17: Ideová kresba

Prieskumná kresba - Exploration sketching

Prieskumná kresba je nasledujúcou fázou procesu tvorby návrhu designu. Kresby sú obvykle produkované vo veľkých množstvách. Sú často veľmi

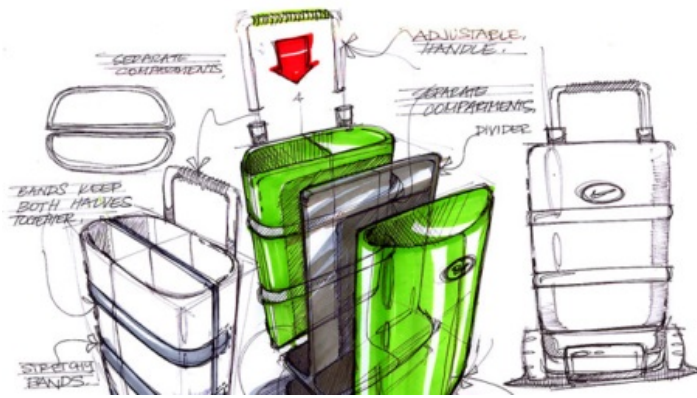
skicovitité, nedokončené, drsné. Človeku, ktorý nie je priamo zapojený do procesu tvorby designu, takýto druh skíc málokedy dáva zmysel. V prieskumnej fáze skicovania je úlohou designera zachytiť celkový nápad, tvarové riešenia, poprípade pracovať s variáciami, detailami. Realistické prepracovanie nie je nutnosťou.



Obr. 18: Prieskumná kresba

Vysvetľujúca kresba - Explanatory sketching

Vysvetľujúca kresba je ďalším krokom v prípravnej fáze procesu tvorby designu. V tejto fáze designer nepracuje s takým množstvom materiálu ako v predchádzajúcej fáze (u prieskumnej kresby). Vysvetľujúca kresba má za úlohu názorne objasniť funkciu designu, štruktúru a formu objektu. Mala by jasne a neutrálnym spôsobom vysvetľovať, znázorňovať daný designersky zámer a tým komunikovať so zadávateľom prípadne výrobcom atď. Vysvetľujúca kresba slúži viac menej na komunikáciu a nie na finálnu prezentáciu designerskeho návrhu. Takýto druh skíc by mal byť v procese tvorby designu už čitateľný aj pre ľudí, ktorí do tohto procesu neboli priamo zapojení.



Obr. 19: Vysvetľujúca kresba

Presvedčivá kresba - Persuasive sketching

Presvedčivá kresba má za účel realistické zobrazenie predmetu. Pomocou tejto, v niektorých prípadoch až hyperrealistickej kresby, má designer možnosť ovplyvňovať publikum a presvedčiť zadávateľa o vhodnosti riešenia. Designer realisticky znázorňuje druh materiálu, odrazy svetla, a iné. Pomocou presvedčivej kresby má možnosť dodať návrhu určitý expresívny a umelecký charakter, ktorý je veľmi ťažké dosiahnuť počítačovou modeláciou a rendrovaním. Pri počítačovom modelovaní a rendrovaní sa stráca osobný rukopis designera.



Obr. 20: Presvedčivá kresba

V dobe moderných technológií má designer možnosť pracovať s mnohými ďalšími nástrojmi, ktoré slúžia k vizualizácii nápadov. Techniky, akými

designer tvorí kresbu sú rôzne, môže to byť od ceruzky, pera, fixiek až po umelecké techniky, ako je napr. americká retuš, prípadne kombinované techniky. V dnešnej dobe sa stala už samozrejmosťou digitalizácia kresby pomocou grafických tabletov. Môžeme sa stretnúť aj s technológiou 3D pera, ktoré umožňuje kresbu v trojrozmernom prostredí, aj keď 3D pero môžeme skôr považovať za modelovací nástroj. Je to ale v podstate prejav trojrozmernej kresby, ktorá však nemôže nahrádzať klasickú kresbu z cenových dôvodov a efektivity práce.

Ďalšou možnosťou 3D designerskej kresby je kresba vo virtuálnom prostredí, v ktorom je designer schopný zachytávať svoje myšlienky v trojrozmernom priestore. Takáto kresba nie je zatiaľ dosť rozšírená z toho dôvodu, že ešte nie sú všeobecne dostupné nástroje, ktoré sú potrebné k jej realizácii. Technológia je zatiaľ iba v „plienkach“ a môžeme sa s ňou stretnúť viac v umeleckej oblasti ako v oblasti designu.

3D technológie prinášajú do designerskej práce zásadný pokrok. Na tomto mieste je však potrebné skonštatovať, že kým v ďalších fázach procesu tvorby designu (modelovanie, výroba) majú svoje nezastupiteľné miesto, klasickú kresbu tieto technológie podstatne neovplyvnili a zatiaľ je najefektívnejším nástrojom na zachytávanie a prezentáciu myšlienok v prvotnej fáze tvorby.

Vytvorenie 3D modelu

Vytváranie modelu sa v procese tvorby designu uskutočňuje v procese, ktorý nazývame modelovanie. Kým v minulosti boli modely navrhované tradičným spôsobom technickej kresby, vývojom 3D počítačového modelovania nazývaného aj CAD (z anglického výrazu computer aided design) - počítačom riadené navrhovanie - nastal veľký posun. Môžeme povedať, že v oblasti priemyselného designu bol vznik CAD modelovania naozaj revolučný krok. Prechodom od tvorby modelov na papieri v 2D podobe do 3D CAD modelovania sa výrazne zvýšila efektívnosť a výrazne sa znížilo množstvo odpadu. Jedným z najväčších výhod je vysoká presnosť v porovnaní s navrhovaním na rysovacej doske. V CAD modelovaní je možné vytvoriť a využiť vektorové podklady, čo má výhodu v priemyselnom designe, lebo odstraňuje problematiku kreslenia v mierke. Mierka modelu môže byť v softvéri

zmenená bez straty presnosti so zachovaním definície obrazu. Bežné CAD softvéry zahrňujú množstvo nástrojov, ako je napr. uchopovanie na mriežke, Booleanske operácie, vytváranie telies, povrchov, nástroje pre úpravu telies a povrchov, čo v značnej miere pomáha pri modelovaní.

Navrhovanie v trojrozmernom virtuálnom priestore umožňuje vytvárať virtuálne objekty, ktoré sú reprezentáciou toho, ako bude hotový produkt vyzerat'. CAD softvéry umožňujú vizualizáciu virtuálneho modelu z ľubovoľného pohľadu s možnosťou otáčania modelu. Je možné zobrazovať aj vnútornú štruktúru produktov, prípadne fungovanie jednotlivých častí. Možnosť vidieť hotový produkt vo virtuálnom priestore prináša realistickejší zážitok, ale tiež uľahčuje designerovi napraviť akékoľvek chyby.



Obr. 21: 3D modelovanie vo virtuálnom prostredí

Výhodou CAD navrhovania je aj možnosť vytvorenia technickej dokumentácie z trojrozmerných dát. Ďalšou výhodou je možnosť exportovať 3D dáta v podobe rôznych formátov, ktoré môžu byť ďalej spracovávané, použité, prípadne využité na analýzu. Zároveň je možné vytvárať univerzálny kód, ktorý posluží pri výrobe prototypu, resp. finálneho výrobku s využitím rapid prototypingu.

CAD technológie sú nedocenenými 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.

Budúcnosť CAD je založená na cloudových riešeniach, ktoré znamenajú spôsob uchovania dát cez poskytovateľov webových služieb alebo pomocou

programov uložených na vzdialených cloudových serveroch, ku ktorým je možné pristupovať online, pomocou webového prehliadača. Tímy tak môžu pracovať súbežne a úlohy môžu byť dokončené oveľa efektívnejšie, čo môže umožniť podporu inovácie v oblasti nielen produktového designu. Ďalšiu možnosť rozvoja 3D modelovania vidím v práci v plne virtuálnom, rozšírenom, či zmiešanom prostredí.

Podrobnejší popis technológie 3D modelovania je v časti 3D technológie - charakteristika v kapitole 4.5.1 CAD.

Výroba prototypu a finálneho výrobku

V minulosti sa prototypy a finálne výrobky vyrábali tradičnými spôsobmi na základe technickej dokumentácie. Hlavne u prototypov sa jednalo väčšinou o manuálnu výrobu, ktorá sa podobala skôr sochárskym postupom.

Manuálna výroba mala však nízku mieru presnosti a neexistovali nástroje na presné meranie symetrie. Designeri sa spoliehali na ľudské oko, ktoré ale nemohlo nahradiť presné meranie. Presnosť práce bola +/- niekoľko mm. Ďalším štádiom pokroku vo výrobe prototypov bola mechanizácia procesov, ktorá súvisela s priemyselnou revolúciou. Automatizované procesy, ktoré boli ďalším štádiom vývoja výrobných odvetví, umožnili budovanie obrábacích centier, sústruhov a fréz. Za veľký krok môžeme považovať digitalizovanú výrobnú dokumentáciu.

Už v procese tvorby modelu však musel designer poznať technologické možnosti výroby konečného výrobku a navrhnuť design tak, aby ho bolo možné vyrobiť. Zároveň s návrhom designu navrhoval aj technologický spôsob výroby, ktorý bol podmienený možnosťami výrobnéj firmy, pre ktorú navrhoval. V minulosti boli designeri ovplyvnení aj materiálovými možnosťami danej doby. Pre tvorbu prototypov alebo pracovných modelov boli používané tradičné sochárske materiály, ako je napr. sadra, hlina alebo drevo. Samozrejme, že tieto materiály majú obmedzené možnosti, dané ich fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, čo spôsobovalo napr. deštrukciu modelu v procese tvorby a designer musel začať celý proces znovu. Ďalším problémom bola aj trvácnosť modelov, resp. problémy s povrchovou úpravou modelov. Postupom času sa

z designera stával „inovátor“ a mohol si vyberať z veľkého množstva výrobných technológií.

V dnešnej dobe designer nie je obmedzený technologickými možnosťami firmy, pre ktorú design navrhuje. Výroba môže byť dodávaná externými firmami. Metodologickým vývojovým krokom v designerskej praxi z hľadiska technológie bol nástup nových syntetických materiálov, či už konštrukčných, výplňových alebo povrchových, ktoré majú dobré fyzikálne a chemické vlastnosti vhodné pre tvorbu prototypov. Veľkým prínosom v oblasti výroby prototypov a finálnych výrobkov bolo zavedenie 3D technológií. 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 výrobnej fáze s využitím CAD súborov. Umožnili rozsiahly rozvoj v oblasti priemyselnej výroby hlavne z dôvodu, že umožňovali rýchlu a presnú sériovú výrobu.

Jednotlivé technológie budú podrobnejšie popísané v časti 3D technológie – charakteristika kapitole 4.5.3 RP a 3D tlač.

Prezentácia

Designeri pri prezentovaní svojich designerskych riešení v minulosti využívali kresbu, maľbu (airbrush), alebo prototyp, maketu, či už finálny produkt. S rozvojom výpočtovej techniky sa možnosti prezentácie značne rozšírili. V dnešnej dobe je možné prezentovať rôznymi prístupmi. Jednou z možností je prezentácia priama, jedná sa o osobnú prezentáciu - tzv. metóda face to face. Druhou možnosťou je nepriama, ktorou je prezentácia napr. prostredníctvom mailu alebo pomocou videokonferencií, pričom designer a zadávateľ môžu byť od seba vzdialení tisíce kilometrov. Bežne sú využívané médiá ako napr. mail, či dokonca interaktívna multimedialna prezentácia. Ďalšou z možností kategorizácie prezentácií je rozdelenie na statické a dynamické. Samozrejme, aj v dnešnej dobe sú využívané médiá ako je plagát, banner a pod. Takejto prezentácii hovoríme statická prezentácia. Dynamická

prezentácia obsahuje dynamické prvky ako napr. video a pod. Médiami na takúto prezentáciu sú počítače, televízory, stereoskopické projekcie a ďalšie.

3D technológie ovplyvnili aj túto etapu designerskej práce. Jednou z možností prezentácie je 3D engine. Je to virtuálne prostredie, ktoré umožňuje interakciu s digitálnymi dátami prostredníctvom média ako napr. tablet, PC, alebo priamo prostredníctvom aplikácie na Internete.

Vývoj v oblasti virtuálnej reality v posledných rokoch priniesol nové možnosti prezentácie designerských riešení aj vo virtuálnom prostredí, v ktorom design nemusí fyzicky existovať. Design je len virtuálny, avšak je možné vizuálne preskúmať jeho vlastnosti. Jednou z možností ako prezentovať design je prostredníctvom stereoskopických projekcií.

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 multimedialná prezentácia, ktorá môže poukazovať na dôležité detaily, či funkcie a môže odprezentovať aj veľmi zložité designerske mechatronické riešenia, ktoré by tradičnými spôsobmi prezentácie nebolo možné odprezentovať.

Z vymenovaných možností je zrejmé, že designer má v súčasnej dobe veľmi veľa možností na prezentáciu svojej práce a záleží len na ňom, ktorú z technológií si vyberie.



Obr. 22: Prezentácia v zmiešanom prostredí

4.5 3D technológie - charakteristika

V tejto časti budú podrobnejšie popísané jednotlivé 3D technológie. Vzhľadom k tomu, že v súčasnej existuje veľké množstvo 3D technológií, podrobne sú popísané tie, ktoré sú najdôležitejšie v jednotlivých fázach procesu tvorby designu a to vo fáze modelovania, prototypovania, výroby a prezentácie. U každej z popisovaných technológií bude uvedený princíp fungovania, rozdelenie a využitie v rámci priemyselného designu.

4.5.1 CAD

Použitie výpočtovej techniky sa dotklo aj takých oblastí, ako je proces tvorby designu výrobkov. Ako už bolo povedané, návrh výrobku zahŕňa opakujúci sa proces výskumu, analýzy, myslenia, konceptualizácie, vizualizácie, tvorby modelov, prototypovania, testovania, produkcie. V jednotlivých fázach tvorby designu majú nezastupiteľné miesto technológie CAD. Sú to technológie počítačom riadeného navrhovania – (z anglického výrazu computer aided design) a sú nástrojmi používanými designermi v procese tvorby designu od prvotných nápadov až po finálny produkt.

CAD je formou digitálneho navrhovania, ktorý je využívaný vo vývojovej fáze procesu tvorby, je možné ho chápať aj ako digitálny prototypovací nástroj.

Počítačom podporované navrhovanie - CAD

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

Využitie počítača v prepojení s kresbou, ručným modelovaním a rapid prototypingom umožňuje designerom vyvíjať nápady a realizovať prototypy v relatívne krátkom čase.

CAD umožňujú designerom vytvárať 3D modely, rozpracovávať varianty, skúmať a vyhodnocovať jednotlivé riešenia vo virtuálnom prostredí modelovacieho software, v ktorom následne môžu vznikáť realistické vizualizácie a animácie. CAD môžeme chápať aj ako komunikačný nástroj medzi designerom a výrobcom, zadávateľom, či ďalšími profesiami v procese tvorby. CAD 3D model poskytuje presné informácie o produkte. Presné informácie chápeme v zmysle digitálneho kódu, ktorý môže ďalej slúžiť k výrobe produktu.

Keďže designer spolupracuje pri tvorbe designu s rozličnými profesiami inžinierov, technológov, atď., presne definovaný CAD 3D model slúži k minimalizácii chýb, či nesprávnemu výkladu a nepochopenia zo strany inžinierov a výrobcov. Zároveň znižuje čas a náklady na vývoj designu od náčrtu k finálnemu produktu, čo umožňuje výrobcovi rýchlejšie prinášať výrobky na trh. Všetky tieto výhody zabezpečujú hladký prechod medzi rôznymi fázami v procese vývoja a konštrukcie ako aj lepšiu komunikáciu medzi jednotlivými profesiami, ktoré sa podieľajú na vývoji. Technológie s použitím výpočtovej techniky sú v súčasnej dobe tak vyspelé, že nám pomáhajú pri skúmaní a definovaní sveta okolo nás. Umožňujú vedcom, inžinierom, architektom a designerom riešiť zložité úlohy a komplexné problémy.

Prístupy CAD modelovania

CAD modelovanie je možné rozdeliť na:

- 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).

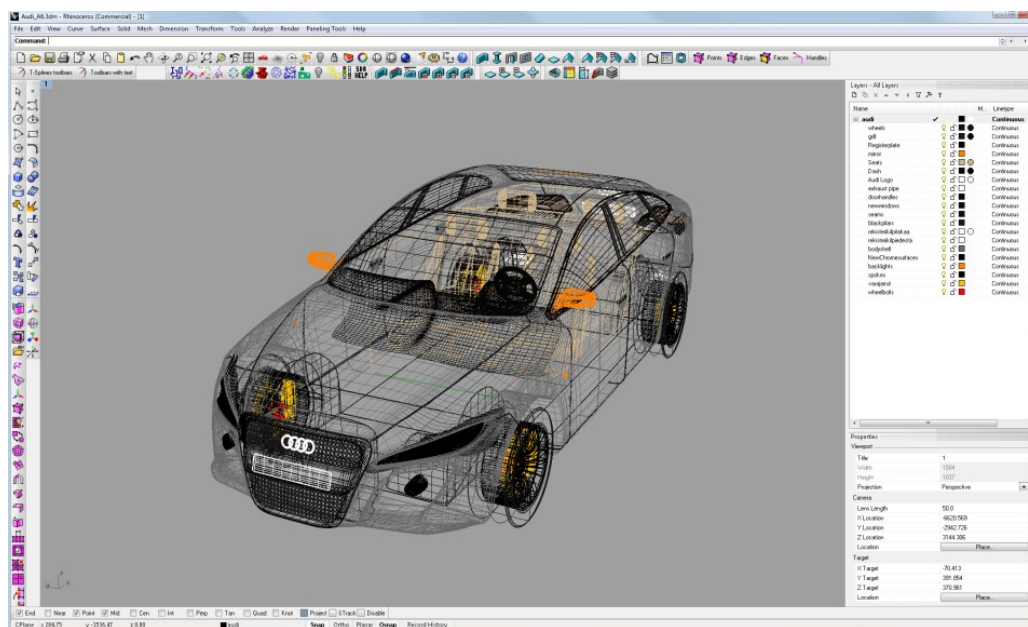
Metódy tvorby 3D modelov sa líšia v závislosti od programu. Modelovacie prístupy môžeme rozdeliť na:

- NURBS modelovanie
- polygonálne modelovanie
- parametrické modelovanie

NURBS modelovanie

NURBS - Non-uniform rational basis spline - je matematický model, ktorý sa bežne používa v počítačovej 3D grafike a slúži k reprezentácii kriviek, plôch a telies vo virtuálnom 3D prostredí a umožňuje presnosť a flexibilitu pri manipulácii s 3D objektom. Matematická reprezentácia 3D geometrie umožňuje presne definovať ľubovoľný tvar od jednoduchej úsečky, kružnice, mnohouholníkov, až po veľmi komplexné organické formy povrchov či telies. Tvar povrchu je určený kontrolnými bodmi, čím je na povrchu definovaných viac bodov, tým je presnejšia reprezentácia 3D modelu.

V súčasnej dobe sa NURBS používajú pri definovaní obecných tvarov napr. v leteckom, automobilovom priemysle, ale aj pri animovaných filmoch, keďže nám prinášajú nevyčerpatelné konštrukčné možnosti, určené modifikáciou tvaru pomocou polohy bodu, váhy, uzlového vektoru, stupňov atď'. [18]



Obr. 23: NURBS 3D modelovanie

Polygonálne modelovanie

Polygonálne modelovanie je v 3D počítačovej grafike prístupom pre modelovanie objektov reprezentáciou alebo aproximáciou ich povrchov pomocou polygónov. 3D model je vlastne zjednodušený na polygón.

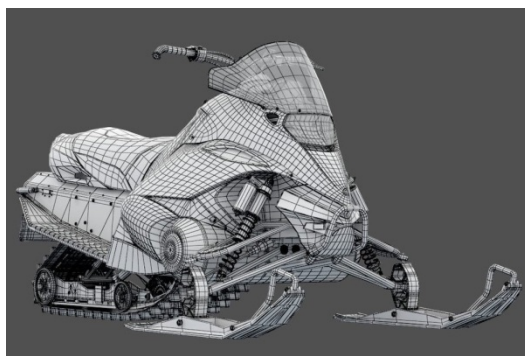
Takáto metóda 3D modelovania nie je vhodná na vytváranie 3D modelov, od ktorých požadujeme exaktnú presnosť definície povrchov, ktorá by mohla byť použitá pri výrobe produktu. Napriek tomu, že pomocou polygónových sietí môžu byť vytvorené fyzické prototypy, nie je táto metóda široko používaná v priemyselnom designe.

Polygónové sieťové modely sú však používané v hernom a filmovom priemysle, pri tvorbe počítačovej grafiky, pre vizualizáciu animácie a počítačové efekty (computer graphic effects – CG). Polygonálne modelovanie umožňuje okrem iného vytvorenie intuitívnych voľných sochárskych foriem. Veľkou prednosťou tohto modelovania je malá veľkosť súborov, čo umožňuje efektívne vykresľovanie v reálnom čase.

Základným objektom používaným pri modelovaní polygónových sietí je vrchol (vertex). Vrchol je bod v trojrozmernom priestore, definovaný súradnicami X, Y, Z. Dva vrcholy spojené priamkou sa stávajú okrajmi. Tri vrcholy, navzájom spojené tromi hranami definujú trojuholník, ktorý je najjednoduchší polygón v euklidovskom priestore. Zložité polygóny môžu byť vytvorené z viacerých trojuholníkov. Najbežnejšie tvary používané pri polygonálnom modelovaní sú štvorce a trojuholníky. Polygón je možné všeobecne definovať ako n-uholník. Skupina polygónov, navzájom spojených spoločnými vrcholmi, sa všeobecne označuje ako prvok. Každý z polygónov tvoriacich prvok sa nazýva tvár.

Polygonálna reprezentácia objektov je používaná aj pri aplikáciách 3D skenovania, pričom je reálny objekt nasnímaný a prevedený do efektívnej nízko dátovej reprezentácie 3D modelu.

Niektoré 3D modelovacie softvéry ako napríklad Rhinoceros umožňujú prevod NURBS plôch na polygónové siete. Tým je možné vlastne používať obidve reprezentácie 3D modelu. NURBS modelovanie je vhodné používať pre rapid prototyping, testovanie, simulovanie a polygónový model je vhodné používať pri vizualizácii, animácii alebo v 3D engine či virtuálnej realite.



Obr. 24: Polygonálne 3D modelovanie

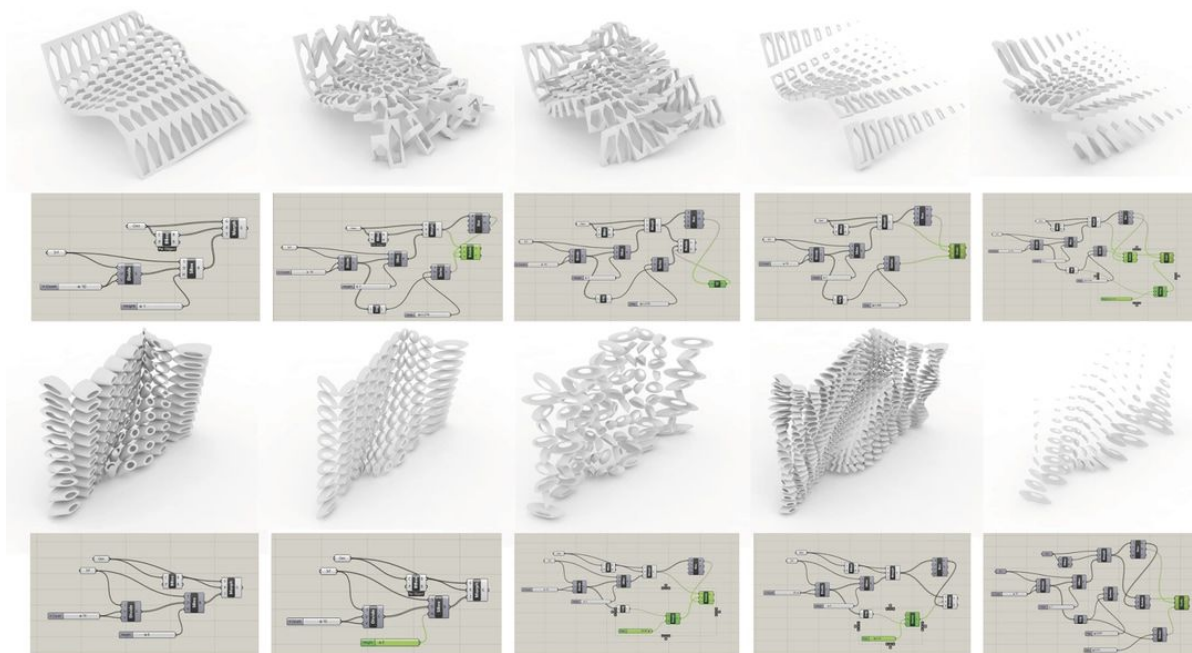
Parametrické modelovanie

Niektoré CAD programy sú založené na princípe parametrického modelovania. Je to výraz, ktorý zastrešuje množstvo techník v počítačovej grafike na vytvorenie 3D modelov. Modely sú ovplyvňované ich parametrami. Proces tvorby parametrických modelov je zaznamenaný v histórii návrhu. Niekedy je označovaný ako návrhový algoritmus (strom) alebo modelový algoritmus (strom). Do algoritmu je vložený vlastne zoznam procedúr, parametrov a geometrie, ktoré sú použité na vytvorenie každého pevného objektu v takom poradí, v akom boli definované.

CAD modelovacie programy s integrovanou históriou návrhu umožňujú zmenu rozmerov a tvaru modelu a jeho funkcií kedykoľvek počas modelovacieho procesu, čo umožňuje kontinuálne zmeny a úpravy designu. V prípade návrhu zložitejších zostáv modelov, zložených z viacerých častí, ktoré navzájom súvisia a majú vo finále zapadnúť do seba, zmeny na jednej časti môžu parametricky ovplyvniť ostatné časti zostavy, čím je automatizovaná práca designéra, ktorý by musel prispôbovať každý komponent zostavy.

Parametrické modelovacie programy vo všeobecnosti vyžadujú logicky orientovaný plánovaný prístup k modelovaciemu procesu a sú menej zamerané na kreatívnu stránku navrhovania. Parametrické modelovanie je viac technického zamerania, zjednodušene môžeme povedať, že sa jedná viac o programovanie ako modelovanie, keďže využíva úplne iné modelovacie metódy a prístupy, ako sú napr. vytváranie vlastných algoritmov, parametrov matematických funkcií a vyžaduje si značnú erudovanosť.

Takéto modelovanie sa využíva najmä pri veľmi zložitých modeloch, ktoré by ostatnými metódami modelovania bolo komplikované vytvoriť, alebo je ho možné využiť pri tvorbe modelov, ktoré si vyžadujú možnosť parametrickej zmeny.



Obr. 25: Parametrické 3D modelovanie

4.5.2 3D skenovanie

3D skenovanie definujeme ako proces prevodu fyzických objektov do digitálnych dát s využitím vhodného zariadenia - 3D skenera. 3D skener je zariadenie, ktoré slúži k digitalizácii tvaru, štruktúry, či textúry fyzických modelov do digitálnej reprezentácie. Princíp digitalizácie objektov sa líši od druhu použitej technológie. Najrozšírenejšia metóda 3D skenovania je založená na digitalizácii bodov, ktoré sa nachádzajú na povrchu snímaného objektu. Definovaním týchto bodov v digitálnej reprezentácii vzniká digitálny súradnicový systém, ktorý poskytuje informácie o geometrii fyzického modelu. Čím viac bodov je definovaných, tým je reprezentácia presnejšia. Súbor bodov sa nazýva mračno bodov.

Mračno bodov je následne extrapolované (sú vypočítané hodnoty funkcie) na základe postavenia jednotlivých bodov a týmto je zrekonštruovaný 3D digitálny model s použitím polygónovej siete. K zachyteniu takýchto mračien bodov sú v dnešnej dobe používané rôzne technológie, ktoré je možné rozdeliť aj na základe použitej metódy skenovania na: mechanické, kamerové, röntgenové, laserové, dotykové, magnetické, ultrazvukové, optické 3D skenery a iné.

Ďalšie rozdelenie 3D skenerov je možné definovať na základe metódy snímania a to:

- *kontaktné*
- *bezkontaktné*

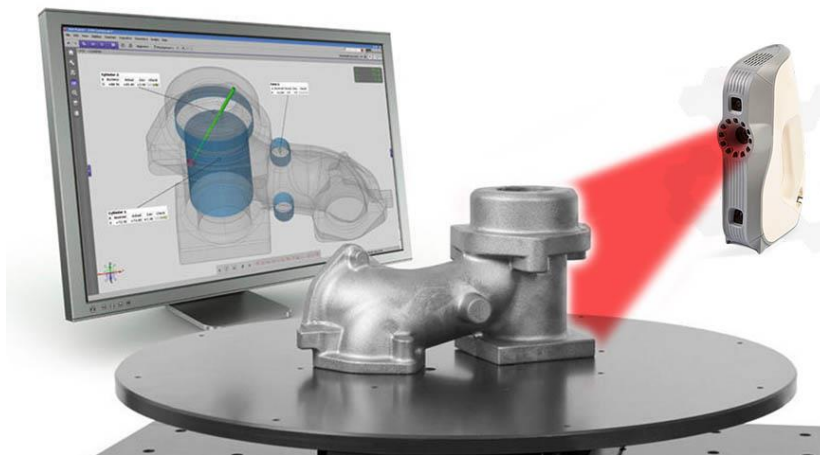
Kontaktné skenery môžu byť deštruktívne a nedeštruktívne. Pri deštruktívnej metóde je fyzický model zničený za účelom podrobného skúmania vonkajších a vnútorných štruktúr modelu. Najčastejšie sú však využívané nedeštruktívne metódy, ktoré pri procese snímania fyzický model nedeštruuju.



Obr. 26: Kontaktný skener

Bezkontaktné 3D skenery zachytávajú 3D objekt bez nutnosti fyzického dotyku.

Každá z metód 3D skenovania má špecifické obmedzenia, výhody ale aj nevýhody. Jedným z kritérií je aj cena zariadenia - dostupnosť danej technológie a jej následná využiteľnosť v procese tvorby designu.



Obr. 27: Bezkontaktný skener

Kontaktné deštruktívne skenery

Názov deštruktívne skenery je odvodený od metódy 3D skenovania, pri ktorej je objekt deštruovaný za účelom hlbšieho skúmania zložitej vnútornej geometrie telesa. Deštruktívna metóda je využívaná hlavne vtedy, ak k objektu neexistuje výrobná dokumentácia, CAD model. Využíva sa v oblasti reverzného inžinierstva, ktoré bude podrobnejšie popísané v samostatnej časti.

Deštruktívne 3D skenery sú zväčša stacionárne zariadenia veľkých rozmerov, keďže súčasťou 3D skenovacieho zariadenia je aj fréza. Je ich možné využiť pri skúmaní vonkajšej, ale aj vnútornej geometrie objektov.

Fungovanie 3D deštruktívneho skenera je založené na postupnom odfrézovaní vrstiev zo skenovaného objektu. Každá odfrézovaná vrstva je následne naskenovaná. Hrúbka frézovanej vrstvy je priamo úmerná kvalite výsledného 3D skenu, môže sa však pohybovať aj v rádoch tisícín milimetra. Jedná sa preto o veľmi presnú metódu digitalizácie 3D modelu, ktorá je však časovo veľmi náročná. Nevýhodou takejto metódy je obmedzená veľkosť akčnej snímanej plochy, ktorá je definovaná veľkosťou frézovacieho stola. Preto je táto metóda využívaná na skenovanie menších súčiastok – telies.



Obr. 28: Kontaktný deštruktívny skener RE 1000

Kontaktné nedeštruktívne skenery

Kontaktné nedeštruktívne 3D skenery je možné využiť pri skúmaní vonkajšieho tvaru skenovaného objektu.

Medzi 3D skenery, ktoré využívajú nedeštruktívnu metódu digitalizácie objektu je možné zaradiť nasledovné zariadenia:

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

CMM (coordinate measuring machine) 3D skener je prístroj založený na súradnicovej metrológii. Je ho možné využiť pri 3D digitalizácii. Častejšie je však zväčša využívaný pri meraní kvality, čiže nepresností vo výslednom tvare digitalizovaného produktu voči fyzickému modelu. Jedná sa o veľmi presnú metódu. Presnosť závisí od daného zariadenia. CMM zariadenia sú cenovo veľmi náročné a nevýhodou takejto metódy je potreba častej kalibrácie zariadenia.



Obr. 29: Kontaktný skener CMM Wenzel

3D skener s mechanickým ramenom

3D skenery s mechanickým ramenom využívajú jednoduchý princíp mechanického dotyku snímaného telesa pomocou snímačej hlavy, ktorá je v terminológii nazývaná aj enkodér. Využíva sa aj pri sledovaní a snímaní línií fyzického objektu. Táto metóda je považovaná za intuitívnu, rýchlu a relatívne presnú. Jej výhodou je možnosť digitalizácie geometrií ako je napríklad bod, krivka. Je možné snímať aj NURBS, ale aj polygonálnu geometriu, preto sa jedná o vysoko efektívny nástroj pre designerov, architektov, projektantov, ale aj animátorov a 3D grafikov. Takéto 3D skenovanie však nie je vhodné na digitalizáciu zložitých organických foriem alebo povrchov, ktoré nie sú úplne hladké – majú hrboľatý povrch, poprípade zložitú štruktúru. Nevýhodou je, že pri dotyku skenovacej hlavy s predmetom je potrebné vyvíjať určitý tlak, čo nie je vhodné napr. pri skenovaní mäkkých materiálov ako napr. guma a pod. Akčný rádius 3D skenovania pri tomto type skenerov je určený dĺžkou ramena, preto sú vhodné aj pre merania stredne veľkých objektov ako napríklad karoséria automobilu.



Obr. 30: Kontaktný skener s mechanickým ramenom

3D skener s robotickým ramenom

3D skener s robotickým ramenom, na rozdiel od vyššie uvedeného typu, využíva proces digitalizácie, ktorý je buď plne automatizovaný, alebo riadený na diaľku. Automatizovaný proces zbavuje 3D digitalizáciu potreby ľudskej práce, je preto časovo efektívnejší, menej chybovejší a presnejší ako vyššie uvedený variant. Využíva sa pri kontrole kvality v prevádzke, prípadne je takéto skenovanie možné použiť pri procesoch, ktoré sú pre ľudí rizikové, nebezpečné.



Obr. 31: Kontaktný skener s robotickým ramenom

Bezkontaktné skenery

Bezkontaktné 3D skenery, na rozdiel od kontaktných, nevyužívajú na proces digitalizácie so skenovaným objektom dotyk. Bezkontaktné zariadenia využívajú laser, optické a snímacie zariadenia CCD (charge coupled device) na snímanie bodových dát, ale aj technológie ako magnetická rezonancia, počítačová tomografia a iné. V súčasnosti sú bezkontaktné 3D skenery využívané hlavne z dôvodu jednoduchosti, presnosti a rýchlosti skenovania, avšak existuje niekoľko problémov, týkajúcich sa tejto metódy skenovania. Niektoré z bezkontaktných systémov majú problém s generovaním údajov popisujúcich povrchy, ktoré sú rovnobežné s osou skenovania. Problém nastáva aj pri skenovaní reflexných a priehľadných povrchov, preto musia byť tieto povrchy pred skenovaním upravené.

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

- reflexívne
- magnetické
- transmisívne

Bezkontaktné 3D skenery sú v dnešnej dobe najrozšírenejšie zariadenia používané na 3D digitalizáciu, je ich najviac a jednotlivé podskupiny je možné ešte ďalej podrobnejšie členiť. Pre potreby priemyselného designu je najvhodnejšia podskupina bezkontaktných reflexívnych 3D skenerov. Preto danej podskupine bude venovaný podrobnejší popis. Podskupiny ako magnetické a transmisívne bezkontaktné 3D skenery sú spomenuté stručne a to z hľadiska funkcionality a použitia v priemyselnej praxi.

Reflexívne bezkontaktné 3D skenery

Podskupinu reflexívnych bezkontaktných 3D skenerov je možné hlbšie rozdeliť na:

- optické
- laserové
- akustické
- mikrovlnné
- využívajúce štruktúrované svetlo

Optické reflexívne bezkontaktné 3D skenery

Optické 3D skenery využívajú na digitalizáciu objektov technológie optického snímania. V procese snímania a digitalizácie sa využívajú tzv. referenčné body, ktoré sú zväčša premietané na povrch snímaného objektu. Množstvo a typ referenčných bodov závisí od druhu optickej skenovacej metódy a požadovanej kvality výstupu. Táto metóda snímania využíva veľké množstvo snímok. Snímky sú zachytávané z rozličných uhlov tak, aby bol snímaný celý požadovaný tvar objektu. Jednotlivé snímky sú následne spájané do výsledného digitalizovaného modelu za použitia špecializovaného softvéru a algoritmov,

ktoré dokážu dopočítať prípadné chýbajúce informácie. Danou metódou je možné vytvárať všetky formy digitálnych reprezentácií geometrií od bodu, spline, polygónu, NURBS a ďalších.

Optické 3D skenovanie je v dnešnej dobe najvyužívanejšou technológiou 3D skenovania, ktorá si našla využitie v mnohých priemyselných aplikáciách. Výhodou optických 3D skenerov je cenová dostupnosť, efektívnosť, presnosť a mobilita zariadení, avšak je možné sa stretnúť aj so zariadeniami, ktoré sú stacionárne.



Obr. 32: Bezkontaktný optický reflexívny skener

Optické skenery je možné rozdeliť do dvoch základných skupín podľa metódy snímania objektu a to na :

- optické 3D skenery využívajúce aktívne metódy snímania
- optické 3D skenery využívajúce pasívne metódy snímania

Aktívne metódy pracujú na princípe vysielania energie, ktorá sa odráža od snímaného povrchu a je následne zachytávaná senzormi. Vysielanou energiou môže byť napríklad viditeľné svetlo alebo elektromagnetické žiarenie.

Medzi aktívne metódy patria napríklad triangulácia, meranie doby prenosu svetla, interferenčné metódy, aktívna stereovízia.

Pasívne metódy, na rozdiel od aktívnej metódy, energiu nevysielajú, iba ju prijímajú. Princípom je zachytenie veľkého počtu snímok, minimálne však

dvoch. Objekt je nutné snímať z rôznych uhlov tak, aby bolo následne možné snímaný objekt čo najpresnejšie digitalizovať.

Pasívne metódy snímania sú napríklad pasívna stereovízia, snímanie tieňa objektu, snímanie kontúr objektu, analýza pohybu alebo metóda približovania a iné.

Laserové 3D skenery

Laserové 3D skenery využívajú pre proces snímania a digitalizácie metódu merania doby letu laserového lúča od 3D skeneru po snímaný objekt a opačne. Využitím laserových 3D skenerov je možné získať presné určenie snímaných bodov v trojrozmernom priestore, jedná sa o geometricky exaktnú technológiu. Technológia je určená pre merania veľkých objektov, prostredí, preto je hlavne využívaná v stavebníctve, architektúre či územnom plánovaní. 3D snímané dáta je možné dopĺňať o statické snímky z digitálnych fotoaparátov, ktoré zjednodušujú proces digitalizácie, pridávajú do 3D scény textúry, HDRI osvetlenie atď. Daná technológia vyžaduje extrémne výkonné PC, keďže digitálne dáta môžu obsahovať milióny 3D bodov v podobe súradníc.

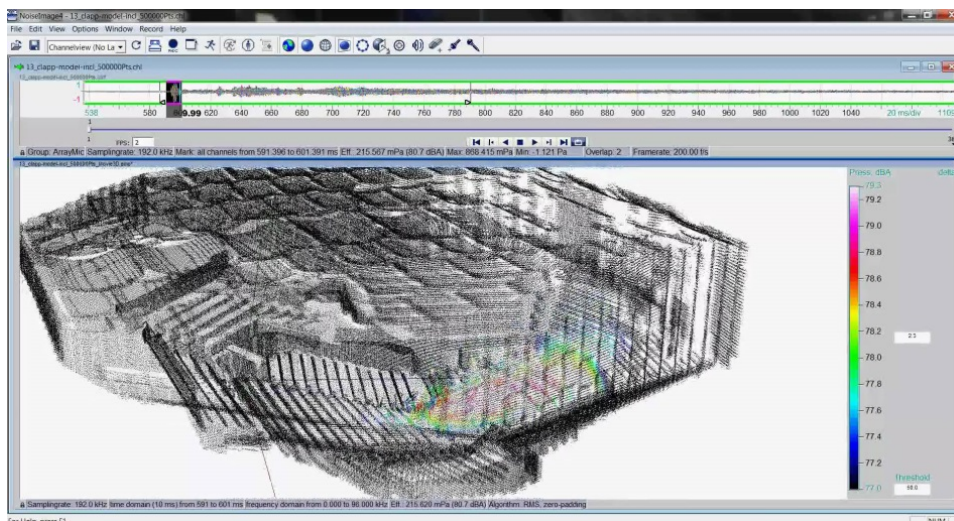


Obr. 33: Bezkontaktný laserový skener

Akustické a mikrovlnné 3D skenery

Pracujú na podobnom princípe, preto sú popísané v spoločnej časti, aj keď sa jedná o dve rozličné skupiny. Princíp fungovania akustických a mikrovlnných 3D skenerov je založený na bezkontaktnom snímaní objektu s využitím technológií, akými sú mikrovlnné žiarenie pri mikrovlnných skeneroch a ultrazvukové vlnenie popripade sonar pri akustických skeneroch. Tieto skupiny

3D skenerov využívajú vlnenie, ktoré je odrazené od povrchu. Na základe odrazu vlnenia (zvukového, mikrovlnného) je možné vypočítať tvar digitalizovaného objektu. Akustické a mikrovlnné skenery majú malú presnosť a v dnešnej dobe sú veľmi drahé. Nachádzajú si uplatnenie hlavne v oblasti kontroly kvality a riadenia.

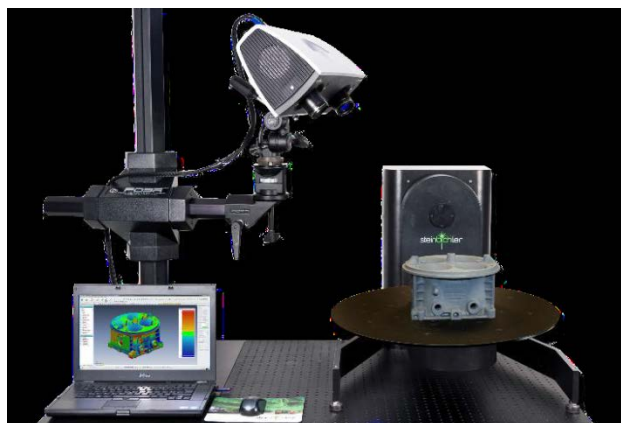


Obr. 34: CAD dáta získané z akustického skenera

3D skenery využívajúce štruktúrované svetlo

Sú zariadenia, ktoré pri procese snímania objektu premietajú svetelné vzory v podobe štruktúrovaného svetla na referenčný objekt. Projekciou svetelných vzorov, či už monochromatických, lineárnych alebo zložitejších, je na základe zakrivenia a deformácie týchto vzorov možné pomocou naprogramovaných algoritmov previesť zakrivenia do podoby CAD dát a vytvoriť trojrozmernú digitálnu reprodukciu.

Tieto 3D skenery sú v dnešnej dobe využívané pre cenovú dostupnosť, rýchlosť a efektivitu snímania. Využívajú sa pri analýzach povrchu, pri kontrole kvality, v odvetviach strojárstva, priemyslu, medicíny, ale aj pri uchovávaní kultúrneho dedičstva a v zábavnom priemysle. Výhodou technológie je vysoké rozlíšenie a možnosť snímania pohybujúcich sa objektov.



Obr. 35: Skener využívajúci štruktúrované svetlo

Magnetické bezkontaktné 3D skenery

Takéto zariadenia pracujú na princípe magnetickej rezonancie, ktorej použitie je rozšírené hlavne v zdravotníckom priemysle. Pre snímanie objektu je využívaná magnetická sonda, ktorá umožňuje bezkontaktné, nedeštruktívne meranie a skenovanie hlavne vnútorných, ale aj vonkajších geometrií tvarovo zložitých prvkov, objektov. Zariadenia bývajú väčšinou stacionárne, ale existujú aj mobilné verzie, využívajúce princíp magnetickej rezonancie. Zariadenia sa využívajú hlavne pri kontrole kvality. V praxi je možné sa stretnúť aj s použitím zariadenia na digitalizáciu vnútorných štruktúr objektov ako napríklad uzavretých nádob, kotlov atď. Nevýhodou technológie je veľmi vysoká cena zariadenia. Výstupom digitalizácie nie je mračno bodov, ale séria 2D snímok, ktoré sa následne spájajú do 3D objektu pomocou špecializovaného softvéru.



Obr. 36: Magnetický bezkontaktný skener

Transmisívne bezkontaktné 3D skenery

Pre prácu využívajú technológiu počítačovej tomografie. Rovnako ako pri magnetických skeneroch, aj pri tejto technológii je možné získať informácie hlavne o vnútornej geometrii objektov a to pomocou röntgenového žiarenia. Pri skenovaní objektov je žiarenie mnohonásobne silnejšie ako v prípade použitia v zdravotníctve. Skenovaný objekt je z tohto dôvodu nutné umiestňovať do špeciálnych komôr tak, aby nedošlo k ožiareniu osôb. Zariadenia, pracujúce na tomto princípe, nie sú veľmi rozšírené hlavne z dôvodu extrémne vysokej ceny. 3D skenovanie je možné využiť v mnohých oblastiach ako napríklad priemyselný design, strojárstvo, medicína, ochrana kultúrneho dedičstva, reverzné inžinierstvo, počítačová grafika ale aj zábavný priemysel.



Obr. 37: Transmisívny bezkontaktný skener

Reverzné inžinierstvo

Reverzné inžinierstvo, z anglického výrazu reverse engineering (RE), sa v súčasnosti považuje za jednu z technológií, ktoré umožňujú skrátenie vývojového cyklu produktu, čo poskytuje hlavne výhody obchodníkom. Na súčasnom silne konkurenčnom globálnom trhu výrobné podniky neustále hľadajú nové spôsoby, ako skrátiť čas potrebný na vývoj nových výrobkov, ktoré spĺňajú všetky očakávania zákazníkov.

V čom spočíva podstata reverzného inžinierstva? Inžinierstvo, ako proces navrhovania, výroby, montáže a údržby produktov a systémov, môžeme rozdeliť na dva typy - tradičné inžinierstvo a reverzné inžinierstvo.

Tradičné inžinierstvo spočíva v procese prechodu od abstrakcií a logických návrhov až po fyzickú implementáciu systému.

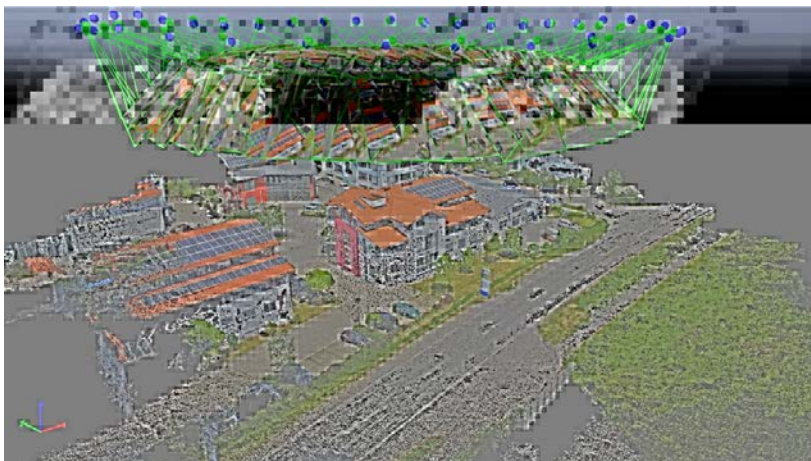
V niektorých prípadoch však môže existovať výrobok bez akýchkoľvek technických výkresov, resp. technických údajov. V tomto prípade nastupuje reverzné inžinierstvo ako proces, ktorý umožní vytvorenie duplikácie existujúcej časti alebo celého produktu bez výkresov, dokumentácie alebo počítačového modelu. Reverzné inžinierstvo môžeme teda definovať ako proces získavania 3D CAD modelu z geometrie, ktorú získame skenovaním - digitalizáciou existujúcich častí produktu. 3D skenovanie našlo veľké uplatnenie v oblasti reverzného inžinierstva práve z dôvodu možnosti získavania presných informácií o tvare skúmaného objektu.

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.

Fotogrametria sa v minulosti využívala na merania vzdialeností. Využívala princípy rôznych vedných disciplín, ako napríklad optiky a deskriptívnej geometrie. Vznik fotogrametrie úzko súvisí so vznikom modernej fotografie a siaha do polovice 19. storočia. V súčasnej dobe metódy, ktoré sú využívané pri rekonštrukcii 3D tvarov vo fotogrametrii, položili základ pre niektoré technológie 3D skenovania.

Digitálne zachytenie obrazu a fotogrametrické spracovanie umožňuje vytvárať 2D alebo 3D digitálne modely objektu. V dnešnej dobe existujú softvéry využívajúce princípy fotogrametrie, ktoré sú schopné na základe série 2D snímok vytvárať 3D modely. Tieto však nedosahujú takých kvalít rekonštrukcie 3D tvaru ako metódou 3D skenovania. Pri niektorých potrebách analýzy objektu však uvedená rekonštrukcia môže byť dostatočná. Množstvo 3D modelovacích softvérov umožňuje následnú post produkciu takto vzniknutých 3D modelov.



Obr. 38: Príklad využitia 3D fotogrametrie

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. Čiže RP sú využívané hlavne v prototypovacej a výrobnjej fáze procesu tvorby dizajnu.

CAD dáta vytvorené pri 3D modelovaní sú pre procesy rýchleho prototypovania základnou súčasťou, bez takýchto dát by ich nebolo možné použiť, keďže CAD dáta slúžia ako nevyhnutný podklad.

Procesy RP môžu byť využívané aj na vytváranie dvojrozmerných prvkov z plošných materiálov za použitia 2D CAD dát (napr. na vyrezávanie plošných tvarov).

Proces RP má prívlastok rýchle prototypovanie z dôvodu, že má schopnosť vytvoriť prototypy vo veľmi krátkom časovom horizonte rádovo hodiny, kým pri tradičných výrobných procesoch zaberajú niekoľkonásobne viac času.

Výhody RP zahŕňajú potenciálne šetrenie nákladov a časové úspory počas vývoja produktu. RP umožňuje designerom rýchlo vytvárať presné fyzické reprezentácie ich designerských návrhov, ktoré umožňujú ďalšie skúmanie, hodnotenie, analýzu. Je možné skontrolovať či designersky návrh spĺňa všetky požadované kritériá. Tieto procesy sú často využívané aj na overenie funkčných

riešení pred výrobou finančne nákladných foriem využívaných pri sériových výrobách.

RP procesy sú využívané aj pri:

- skúmaní ergonomických funkcií produktu,
- hodnotení designerských návrhov,
- objasnení konštrukčných zmien,
- prezentácii klientom,
- hodnotení reakcie trhu na nové výrobky,
- vytváraní vzorov pre výrobu foriem.

Procesy rapid prototypingu je možné rozdeliť na základe použitej metódy výroby a to na:

- **Subtraktívne**
- **Aditívne**

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

Aditívne procesy vytvárajú výrobok pridávaním vrstiev materiálu.

Subtraktívne RP procesy používajú CAD dáta, ktoré sú spracované pomocou CAM softvéru (computer aided manufacturing – počítačovo riadená výroba). Pomocou softvéru na riadenie strojov je ovládaná rezacia hlava, ktorá odoberá materiál z plochy alebo bloku materiálu vloženého do stroja.

Príkladmi subtraktívnych RP procesov sú:

- rezanie odporovým drôtom,
- rezanie vodným lúčom,
- plazmové rezanie,
- rezanie laserom,
- frézovanie.

Subtraktívne RP procesy sú staršie ako prídavné procesy a boli a stále sú s obľubou používané na výrobu prototypov.

Výhodami sú dobrá presnosť, dobrá povrchová úprava, efektívna výroba, štrukturálna integrita materiálov, vhodnosť pre veľké modely.



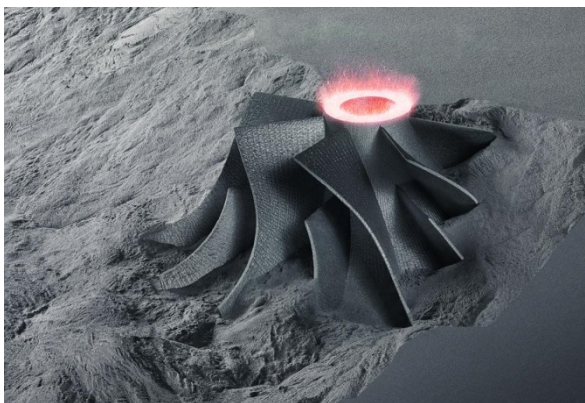
Obr. 39: Príklad subtraktívneho RP

Aditívne RP procesy predstavujú súbor procesov, v ktorých sú 3D výrobky vytvorené z 3D CAD dát aditívnym spôsobom postupným pridávaním práškových alebo iných materiálov. V aditívnych RP sú CAD modely rozdelené pomocou softvéru nazývaného slicer do mnohých dvojdimenzionálnych vrstiev alebo plátov. Počet vrstiev závisí aj od kvality tlače a od použitého typu aditívnej technológie. Tieto vrstvy sa následne vytvárajú až kým nebude hotový finálny tvar produktu.

V dnešnej dobe poznáme viac ako 30 rôznych RP procesov. Príklady aditívnych RP procesov sú: SLA, SLS, SMS, DMLS, FMD a ďalšie. Význam jednotlivých skratiek je popísaný v časti 3D tlače.

Jednou z hlavných výhod aditívnych RP je, že existuje len veľmi málo návrhových obmedzení, množstvo materiálu použitého na vytvorenie časti modelu je optimalizované pre danú časť, nevznikajú deliace čiary nachádzajúce sa na povrchoch, ktoré vznikajú napr. pri technológii vstrekovania do formy. Komplexnosť tvarového riešenia neovplyvňuje cenu výroby, cena je kalkulovaná podľa spotreby materiálu, prípadne dĺžky doby tlače. Ďalšou výhodou je možnosť prispôsobenia užívateľovi (customizácia). V leteckom priemysle sa používa tento typ výroby na znižovanie váhy komponentov. Môžeme ho použiť aj na veľkosériovú výrobu, ale aj na výrobu len niekoľkých kusov. Rovnako je možné tlačiť rôznu veľkosť výrobkov od úplne malých až

napr. po domy. V dnešnej dobe je veľká škála materiálov, ktoré môžu byť použité na aditívny spôsob výroby.



Obr. 40: Príklad aditívneho RP

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. Táto technológia prináša nové možnosti designerskej práce. Umožňuje experimentovať s vizuálnymi formami, ktoré v minulosti nebolo možné tradičnými postupmi vyrobiť. Výrazne skracujú čas procesu tvorby designu, šetria náklady.

Technológie 3D tlače

3D tlačiarne využívajú pre zhotovenie modelov rôzne technológie, pri ktorých sa ako materiál používa predovšetkým plast, vosk, sádra, betón, kov. Výrobné technológie sú postavené na rôznych princípoch.

Najčastejšie sa stretávame technológiami, popísanými v nasledujúcej časti.

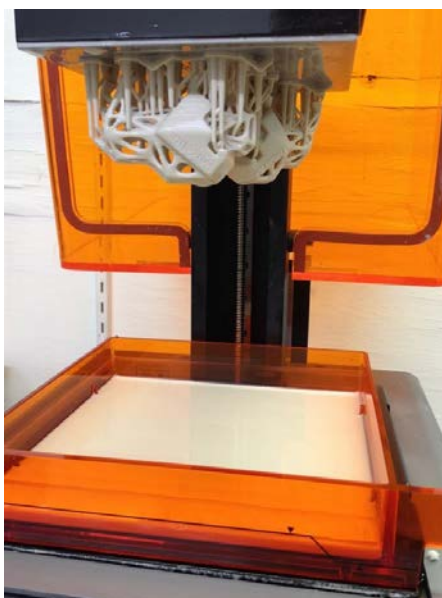
SLA (Stereolitografia)

Jedná sa o prvú vyvinutú aditívnu technológiu 3D tlače, ktorá bola vyvinutá a pomenovaná vynálezcom Chuckom Hullom v roku 1986. O rok neskôr bola aplikovaná do prvého zariadenia 3D tlačiarne, ktorá bola vyrábaná firmou 3D Systems, ktorú Hull založil so spoločníkom Raymondom Freedom.

3D tlačiareň s technológiou SLA využíva v procese tvorby ožarovanie tekutého polyméru, ktorý je umiestnený v nádobe s využitím UV laseru ako vytvrdzovacej jednotky. UV laser postupne vykresľuje každú jednotlivú vrstvu. V procese vytvrdzovania sa 3D tlačný výrobok posúva smerom nadol. K posunu dochádza pri vytvrdzovaní každej vrstvy samostatne a je realizovaný pomocou pohyblivej základovej dosky. Na zaistenie stálosti hladiny fotopolyméru slúži špeciálna lišta, ktorá zabezpečuje rovnomerné povrchové napätie a zaisťuje rovnomerné nanesenie materiálu.

Výhodou takejto metódy 3D tlače je relatívne dobré rozlíšenie, ktoré sa pohybuje okolo 0,05 mm. Ďalšou výhodou je povrchová úprava, ktorá je porovnateľná s výrobkami vytvorenými vstrekom do formy. Veľkosť tlačovej plochy je určená rozmerom nádoby, v ktorej sa nachádza fotopolymér. V závislosti od toho, aké materiálové vlastnosti požadujeme, je možné použiť širokú škálu fotosenzitívnych živíc. Pri požiadavkách na transparentnosť alebo flexibilitu výrobku je možné použiť špeciálny SLA materiál. SLA technológia je využívaná pri tvorbe funkčných prototypov.

Nevýhodou technológie je nutnosť vytvárania podporných štruktúr a následná nutnosť ich odstraňovania, čo spomaľuje čas potrebný na realizáciu tlače. Pri vytváraní uzavretých geometrií je nutnosťou v CAD návrhu zahrnúť odtokový otvor tak, aby nevytvrdnutá živica mohla byť odplavená z finálneho výrobku.



Obr. 41: Stereolitografia

SLS (Selective laser sintering)

Technológia SLS bola patentovaná v roku 1979 Rossom Housholderom. Neskôr v roku 1992 bola uvedená na trh spoločnosťou DTM Corporation. V roku 2001 spoločnosť 3D Systems kúpila spoločnosť DTM Corporation.

Technológia SLS 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. Prášok je nanášaný na základovú dosku pomocou valca. Zapekaním prášku vznikajú jednotlivé vrstvy modelu. Po zapečení vrstvy sa základová doska posúva smerom nadol, tento proces sa opakuje až dokiaľ nie je vytvorený finálny 3D model. Proces je realizovaný v komore nasýtenej dusíkom, v ktorej je nutné udržiavať stabilnú pracovnú teplotu. Z toho dôvodu je pracovná komora oddelená od vonkajšieho prostredia. Prášok je nahrievaný na teplotu, ktorá sa pohybuje pod bodom tavenia, čím sa zjednodušuje proces zapekania laserom.

Výhodou technológie je vytváranie modelov s funkčnými časťami, ktoré majú relatívne dobré mechanické vlastnosti. Najbežnejšie používaným materiálom je polyamid, ktorého vlastnosti sú vylepšované pomocou plnív, napríklad skleneným vláknom, karbónovými vláknami, hliníkom alebo aj inými plnivami, ktoré materiálu dodávajú požadované vlastnosti. Výhodou modelov vytvorených SLS technológiou je odolnosť voči vysokým teplotám až do 184 °C. Okrem iného je možné vytvoriť aj pohyblivé mechanizmy. Technológia SLS je využívaná na tvorenie modelov, ktoré slúžia ako podklad pre výrobu odlievacích foriem. Veľkou výhodou SLS technológie je, že pri procese tvorby modelu sú podporné štruktúry tvorené nezapečeným práškovým materiálom. Toto umožňuje, že model je možné budovať bez kontaktu so základovou doskou a je možné vytváranie komplexných tvarovo zložitých geometrií.

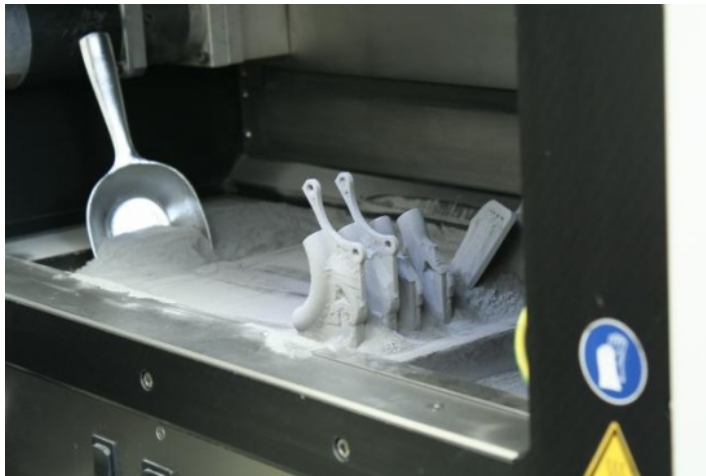
Nevýhodou SLS technológie je relatívne nízke rozlíšenie vrstvy (0.5 mm). Ďalšou nevýhodou je pórovitý povrch modelu, ktorý je následne nutné upraviť pomocou laku, polyuretánu na vodnej báze alebo iným spôsobom. Uzavreté geometrie taktiež musia zahŕňať výpusť ako pri SLA technológii, z dôvodu zvyšného nezapečeného materiálu zachyteného vo vnútornom objeme modelu. Nevýhodou SLS je dlhý čas potrebný na chladenie výrobku.



Obr. 42: SLS

DMLS (Direct metal laser sintering)

Táto technológia pracuje na rovnakom princípe ako vyššie uvedená technológia SLS s rozdielom, že kým SLS technológia využíva na výrobu modelu práškový termoplastický materiál, v technológii DLMS je používaný kovový prášok. Výsledkom sú kovové 3D modely. Technológia pracuje pri spekaní s vyššími teplotami, ktoré sú potrebné na spekanie kovového prášku. Využitie technológie je predovšetkým v automobilovom a strojárskom priemysle.



Obr. 43: DMLS

EBM (Electron beam melting)

Technológia EBM využíva veľmi podobný proces, ako je využívaný pri technológii DMLS s tým rozdielom, že namiesto lasera je využívaný na

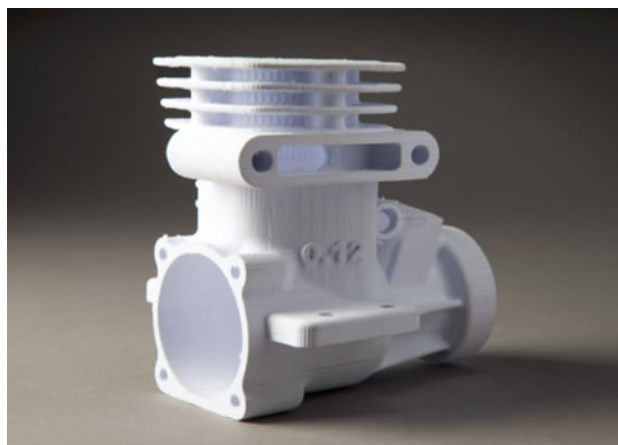
spekanie lúč elektrónov. Spekanie sa vykonáva vo vysokom vákuu. Ako kovový prášok sú najčastejšie využívané zliatiny titánu alebo oceľ. Výhodou technológie EBM je veľmi vysoká presnosť a dobré fyzikálne a mechanické vlastnosti vytlačených objektov, nevýhodou je vysoká cena technológie a tým pádom aj ceny finálneho modelu. Jej využitie je podobne ako u DMLS technológie v strojárstve.



Obr. 44: EBM

Inkjet head 3D printing

Technológia tlače Injekt 3D je podobná tlači v atramentových tlačiarnach. Ako materiál sa používajú najčastejšie sádra alebo živica. Pri procese vytvárania modelu je práškový materiál spájaný pomocou spájacieho lepidla, ktoré je vytlačané prostredníctvom extrudera - tlačovej hlavy. Výhodou tejto technológie je možnosť vytvárania plnofarebných modelov, relatívna dostupnosť a nízka cena finálnych modelov. Technológia je najčastejšie využívaná v designe, v architektúre a v modelárstve. Nevýhodou technológie sú slabé mechanické vlastnosti hotových výrobkov ako aj potreba ich ďalšieho opracovania.



Obr. 45: Model vytvorený pomocou Inkjet head

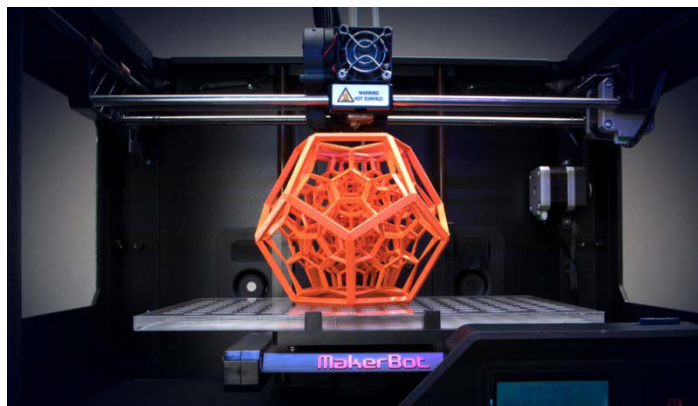
FDM (Fused deposition modeling)

Technológia 3D tlače FDM je založená na postupnom vrstvení roztaveného materiálu – plastu alebo kovu. Najbežnejšími materiálmi, ktoré sa používajú, sú termoplasty PLA, ABS, HIPS, PC a pod. Je možné použiť aj iné materiály, ktoré majú teplotou tavenia do 300 ° C, ako napríklad cín.

Materiál sa najčastejšie dodáva vo forme struny namotanej na cievku. Tento materiál sa nazýva filament. V komore sa nataví na požadovanú teplotu, tým sa z neho stane tekutý materiál a je následne vytlačovaný cez trysku extrudera. Postupne sú budované jednotlivé vrstvy a sú vrstvené na seba tak, aby bol dosiahnutý požadovaný tvar, kým sa vytvorí hotový výrobok. Požadovaný tvar a rozmery sa docielia buď pohybom trysky alebo stola. Pracovná podložka (pracovný stôl) musí byť vyhrievaná, pretože je potrebné kompenzovať teplotnú dilatáciu výrobku. Niekedy sa pre túto technológiu používa aj názov FFF(Fused Filament Fabrication).

Výhodou technológie FDM je fakt, že sa jedná o čistý proces, ktorý nezahŕňa žiadne zostatkové tekuté alebo práškové materiály, preto môžeme túto technológiu nazvať aj kancelárskou. Ďalšou výhodou je pomerne dobrá cenová dostupnosť materiálu aj samotných tlačiarňí a tiež veľké množstvo rôznych materiálov. Umožňuje vytváranie relatívne odolných mechanických modelov, ktoré môžu byť použité ako konceptuálne modely, ale aj prototypy, ktoré vyžadujú následné testovanie. Technológia môže byť využitá aj pri tvorení modelov následne použitých na tvorbu foriem.

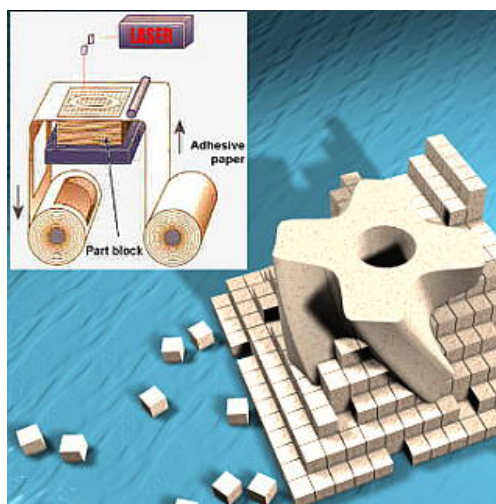
Nevýhodou je, že je relatívne pomalá v porovnaní s ostatnými technológiami a v niektorých prípadoch sa nedá predpovedať zmršťovanie výrobku. Kvalita výslednej tlače je závislá na veľkosti tlačovej trysky a výsledný 3D model je nutné dodatočne upravovať.



Obr. 46: FDM

LOM (Laminated object manufacturing)

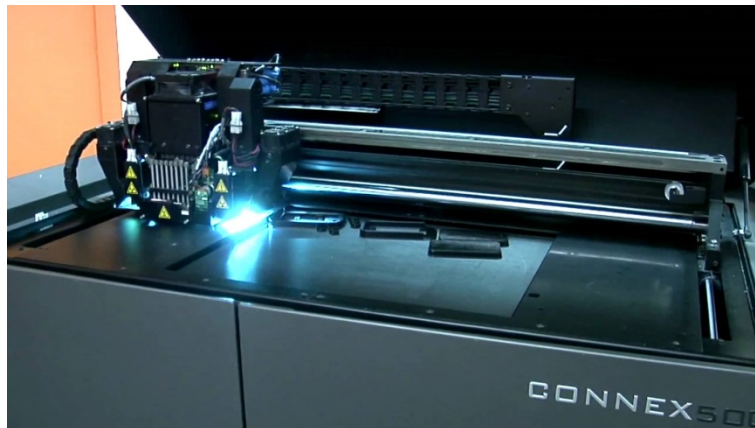
LOM technológia spočíva v zlepaní vrstiev papiera, plastu, alebo kovovej fólie na seba. Zlepené časti sa následne tvarujú pomocou noža alebo laserom. Výhodou technológie je, že vytvára veľmi presné modely s kvalitným povrchom. Technológia je lacná. Napriek týmto výhodám je technológia v súčasnej dobe na ústupe. Využíva sa prevažne v architektúre a geografii.



Obr. 47: Model vytvorený pomocou LOM

Polyjet MatriX

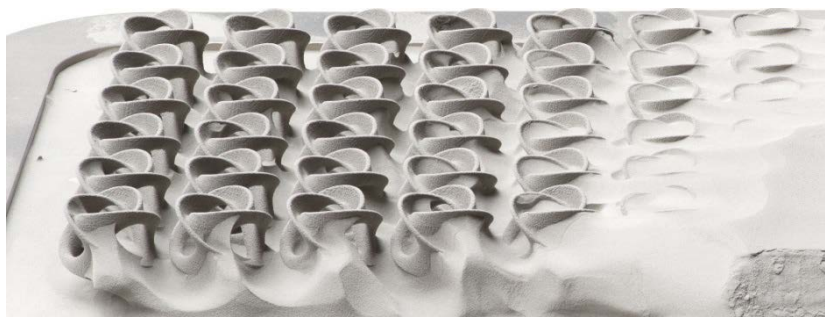
Materiál využívaný pri technológii Polyjet MatriX je fotopolymér, ktorý je vytlačovaný extruderom a vytvrdzovaný pomocou UV lampy. Pomocou tejto technológie získavame modely s kvalitným povrchom a vysokou mierou detailu. Využitie technológie je hlavne v odevnom, automobilovom priemysle a elektronike. Výhodou je presnosť až do 0.1 mm i skutočnosť, že umožňuje vytvárať tenké steny modelov a zložité geometrie. Umožňuje tiež farebnú tlač.



Obr. 48: Polyjet MatriX

BJ (Binder Jetting)

Binder Jetting je metóda 3D tlače, pri ktorej sa selektívne nanáša spojivo na práškovú vrstvu. V technológii sa bežne používajú materiály ako kovy, piesok a keramika, ktoré sú dodávané v granulovanej forme. Lepením jednotlivých vrstiev je vytvorený finálny výrobok. Výhodou Binder Jetting technológie je, že dokáže vyrobiť kovové diely a plne farebné prototypy za zlomok nákladov v porovnaní s DMLS / SLM technológiou. Ďalej je pomocou nej možné vyrábať veľmi veľké diely a zložité kovové geometrie, pretože technológia nie je obmedzená žiadnymi tepelnými účinkami (napríklad deformáciou). Nevýhodou je, že modely majú nižšie mechanické vlastnosti ako pri DMSL / SLM kvôli ich vyššej pórovitosti. Modely vyrobené touto metódou vyžadujú ďalšie spracovanie, aby získali potrebné mechanické vlastnosti.

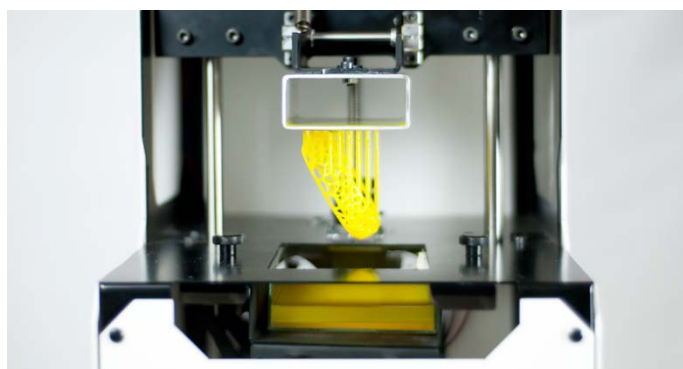


Obr. 49: Model vytvorený pomocou Binder Jetting

DLP (Digital Light Processing)

Rovnako ako pri technológiách s prívlastkom Jetting aj technológie DLP vytvrdzujú diely, ktoré sú zhotovené z fotopolymérov. Rozdiel je v tom, že proces sa deje pomocou viacerých zrkadiel, ktoré odrážajú UV svetlo zo zdroja na príslušné miesta, na ktorých je veľmi tenká vrstva živice, pričom proces je približne trikrát rýchlejší ako SLA. DLP vytvára modely „hore nohami“ a platforma na vytváranie je umiestnená v hornej časti nad modelom.

Výhodou technológie DLP je, že vyrába výrobky s vysoko presným detailom. Technológia zväčša vedie k menšiemu odpadu s nižšími prevádzkovými nákladmi. V porovnaní s ostatnými technológiami proces DLP je relatívne veľmi rýchly. Na výber sú materiály s rozličnými vlastnosťami od farebných cez priehľadné až po mäkké materiály. Umožňuje vytvárať veľmi detailné 3D modely s rozlíšením až do 0.015 mm, ktoré nepotrebujú ďalšie opracovanie. Nevýhodou je obmedzená veľkosť vytváraných modelov. Využitie technológie je hlavne v medicíne na vytváranie drobných protéz v zubárskom priemysle a v šperkárstve.



Obr. 50: DLP

4.5.4 Haptika, haptické zobrazovacie zariadenia

Oblasť počítačovej haptiky je novovznikajúcou oblasťou výskumu, ktorú je možné prirovnať k počítačovou grafike. Kým sa však grafika zaoberá vykresľovaním objektov všeobecne, počítačová haptika sa zaoberá tvorbou a vykresľovaním haptických virtuálnych objektov. Sú to objekty, ktoré vznikajú generovaním a zobrazovaním dotykov a pocitov za pomoci zariadenia, ktoré je schopné sprostredkovať vnem virtuálneho objektu. [19]

Haptika, spolu s mimikou a gestikuláciou, patria k neverbálnym zložkám komunikácie. Na rozdiel od verbálnej komunikácie prebieha na inom základe. Podáva informácie o emóciách, skúma, ako jednotlivé podnety na osobu vplývajú. Podnety môžu byť rôzneho druhu, jedným z nich sú i podnety hmatové. Ak sa dotýkame vecí, tieto v nás vyvolávajú isté pocity. Haptika znamená vlastne komunikáciu dotykom a ako vedný odbor sa zaoberá okrem iného aj pocitmi, ktoré v nás veci na dotyk vyvolávajú.

Objekty je možné cítiť na základe dotykových interakcií, ktoré sú potrebné na účely vnímania alebo manipulácie s objektmi. Toto všetko sa deje prostredníctvom zariadení s haptickými rozhraniami.

Interakcie môžu byť medzi ľudskou rukou a skutočným objektom, robotom a skutočným objektom, ľudskou rukou a virtuálnym objektom, alebo rôznymi kombináciami interakcií človeka a počítača s reálnymi, vzdialenými alebo virtuálnymi objektmi.

Pre zobrazenie hmatového vnemu bola objavená efektívna metóda haptického vykresľovania. Haptické vykresľovanie je proces výpočtu a vytvárania síl, ktoré zodpovedajú reakcii na užívateľské interakcie s virtuálnymi objektmi. Pomocou tejto metódy a špecializovaného zariadenia haptického rozhrania môžu používatelia manuálne preskúmať a cítiť detaily tvaru a povrchu virtuálnych objektov. [20]

Haptika je v súčasnej dobe už aplikovaná aj do bežne používaných zariadení, ako je napr. tablet či mobilný telefón.

V roku 2014 spoločnosť Fujitsu oznámili vývoj prototypu tabletu s dotykovou obrazovkou, založenou na novej haptickej senzorickej technológii, ktorá v

závislosti od zobrazeného obrázku vyvoláva trojrozmerný hmatový vnem pocitu klzkosti alebo drsnosti. Táto technológia používa ultrazvukové vibrácie na prenos hmatových pocitov menením trenia medzi dotykovým displejom a prstom používateľa a umožňuje hmatové vnímanie - či už hladkej alebo hrubej štruktúry. Používatelia si môžu vychutnať realistické hmatové vnemy, keďže tieto sú aplikované priamo na obrázky objektov zobrazených na obrazovke. Keďže trh s inteligentnými telefónmi a tabletmi je už veľmi vyspelý, priority zákazníkov sa posunuli od špecifikácií a funkčnosti k funkciám, ktoré odrážajú naše zmysly a emócie. Boli vytvorené produkty s vysokým stupňom senzorickej hodnoty a to predovšetkým technológiami, ktoré ponúkajú vylepšené vizuálne a hmatové funkcie. V súčasnosti existujú aj iné technológie, ktoré umožňujú vytvoriť trojrozmerný hmatový vnem, napr. pomocou vibrácií samotného panelu dotykovej obrazovky alebo vytváraním statickej elektriny, avšak takéto technológie neumožňovali vytvorenie širokého spektra hmatových štruktúr. [21]



Obr. 51: Haptické zobrazovacie zariadenie Fujitsu

Haptické zobrazovacie zariadenia umožňujú designerom prezentovať designerske riešenia na 2D médiu, ktoré sprostredkováva hmatový vnem. Technológia má veľký potenciál v oblasti reklamy a marketingu. V oblasti priemyselného designu je možné túto technológiu využiť pri vytváraní prezentácií výrobkov. Prínosom by technológia mohla byť aj pre zrakovo postihnutých ľudí.

4.5.5 Virtuálne technológie

V ďalšej časti práce sa budem venovať virtuálnym technológiám, ktoré môžu byť využité hlavne v procese návrhu a prezentačnej fáze tvorby designu. Pretože v súčasnej dobe existuje široká škála moderných virtuálnych technológií využiteľných v procese tvorby, budem venovať pozornosť hlavne nasledujúcim technológiám:

- virtuálnej realite (VR),
- rozšírenej realite (augmented reality AR),
- zmiešanej realite (mixed reality MR),
- haptickým technológiám.

Virtuálna realita

Virtuálna realita (VR) 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 vo virtuálnom prostredí, pretože dáva pocit prítomnosti a súčasť virtuálnej scény. A to nielen z pozície pozorovateľa, ale hlavne ako účastníka virtuálnej simulácie. Interakcia umožňuje používateľovi riadiť virtuálny objekt a celú virtuálnu scénu v reálnom čase.

Hlavným kritériom rozdelenia systémov virtuálnej reality je úroveň ponorenia používateľa do virtuálneho prostredia. Ďalšie rozdelenie je možné vykonať v súvislosti s použitým softvérom a hardvérom. Systémy VR zahŕňajú aj vizualizačné systémy, ktoré nedávajú užívateľovi pocit ponorenia. Ponorenie používateľa do virtuálneho prostredia sa dosahuje väčšinou stereoskopickou projekciou, ktorá dáva používateľovi ilúziu priestorovej hĺbky.[22]

Podrobnejší popis zobrazovacích technológií je v kapitole 4.5.6 Zobrazovacie 3D technológie.

Existuje niekoľko rôznych spôsobov získania stereoskopického obrazu a to je:

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

Osobná projekcia zaisťuje najvyššiu úroveň ponorenia. Prilby na osobnú projekciu sú pomenované Head mounted displays (v literatúre sa používa aj pojem "info-helma"). HMD pracujú na základe dvoch oddelených obrazoviek, umiestnených pred očami používateľa. Na tieto obrazovky je potrebné dodať dva samostatné obrázky, aby používateľ mohol vidieť stereoskopický obraz. Pocit ponorenia sa dosahuje najmä sledovaním pohybu hlavy používateľa a zodpovedajúcim zmenením pohľadu. Používateľ je umiestnený vo virtuálnom svete, ktorý ho úplne obklopuje. Môže sa voľne pohybovať po celú dobu, keď vidí obrázok zo smeru, v ktorom sa pozerá. Príklad prístroja HMD je znázornený na obr. 52.

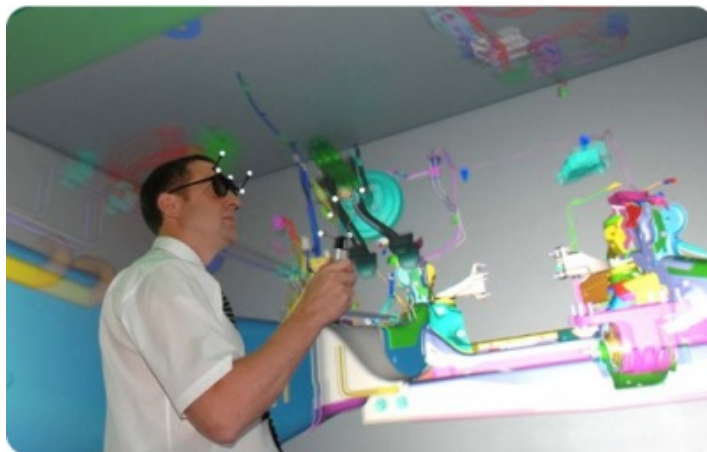


Obr. 52: Príklad zariadenie HMD

Ďalším riešením pre osobnú projekciu sú systémy CAVE. Sú vytvorené malými miestnosťami s veľkými obrazovkami namiesto stien. Základné systémy majú tri steny, modernejšie systémy majú aj strechu a podlahu. Na generovanie obrazu na všetkých aktívnych stenách sa používa zadný projektor. Používateľ je obklopený trojrozmerným obrazom okolia a je vybavený špeciálnymi okuliarmi, ktoré mu pomáhajú vidieť stereoskopický obraz. Okuliare sú tiež vybavené sledovacími technológiami, podobne ako v HMD, ktoré zabezpečia zmenu

obrazu, keď užívateľ zmení svoju pozíciu. Systém vyžaduje najmenej tri projektory na generovanie úplne synchronizovaného obrazu.

Príklad projekcie CAVE je znázornený na obr. 53.



Obr. 53: CAVE systém

Projekcie, určené pre viacerých používateľov, sa dosahujú použitím veľkých obrazoviek (Power Walls). **Pasívna stereoskopia** vyžaduje, aby boli na obrazovku premietnuté dva samostatné obrazy pomocou špeciálnych filtrov, ktoré sú odlišné pre ľavé a pravé oko. Pasívne stereoskopické okuliare, ktoré nosia používatelia, majú špeciálne filtre, prostredníctvom ktorých ľavé oko dostane iný obraz ako pravé oko. Toto poskytuje hĺbkový efekt vnímaného obrazu. Pasívne systémy vyžadujú dva štandardné projektory, alebo jeden špecializovaný projektor s dvojitou šošovkou.

Aktívna stereoskopia je založená na rýchlom prepínaní medzi obrázkami pre ľavé a pravé oko. Aktívne okuliare (active shutter glasses) sa synchronizujú s projektorom, takže obidve oči získajú iný obraz. Aktívne systémy získali značnú popularitu v komerčných riešeniach (3D televízory), pretože riešenie je všeobecne lacné, aj keď je pre používateľov oveľa viac únavné. Veľkoplošné riešenia umožňujú mnohým používateľom sledovať stereoskopický obraz naraz a umožňujú zobrazit' navrhnuté produkty v mierke 1:1.

Rozšířená realita

Rozšířená realita (AR) 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, dopĺňajú ho a umožňujú posilňovať ľudské vnímanie pomocou interaktívnych virtuálnych objektov. Napríklad návrh strojov a zariadení s podporou AR umožňuje prezentovať návrh virtuálneho prototypu stroja v reálnom prostredí, čo do určitej miery nahrádza potrebu fyzických modelov. Aplikácia technológie AR umožňuje vykonať množstvo analýz, súvisiacich s navrhnutými prototypmi strojov, ako sú napr. rozmery zariadenia, prispôbenie výške ľudského operátora, usporiadanie signalizačných a riadiacich zariadení podľa pravidiel ergonomického designu. Používateľ, ktorý vykonáva ergonomickú analýzu, má možnosť plnej interakcie s virtuálnym zariadením. Vďaka tomu je obmedzená potreba časovo náročných a nákladných počítačových simulácií a analýz. [23]



Obr. 54: Rozšířená realita

Zmiešaná realita

Zmiešaná realita (MR) je ďalším vývojovým stupňom interakcie človeka, počítača a prostredia. Je vlastne výsledkom spojenia fyzického sveta s digitálnym prostredím. Vytvorenie zmiešanej reality umožnili pokroky v oblasti výpočtových technológií, ktorých výkon rapídne stúpa, zlepšuje sa zobrazovacia sila grafických kariet. Priekopníkom v tejto oblasti boli Paul

Milgram a Fumio Kishino, ktorí vo svojej práci "Taxonomia vizuálnych zobrazení zmiešanej reality" [24], predstavili koncepciu virtuálneho kontinua.



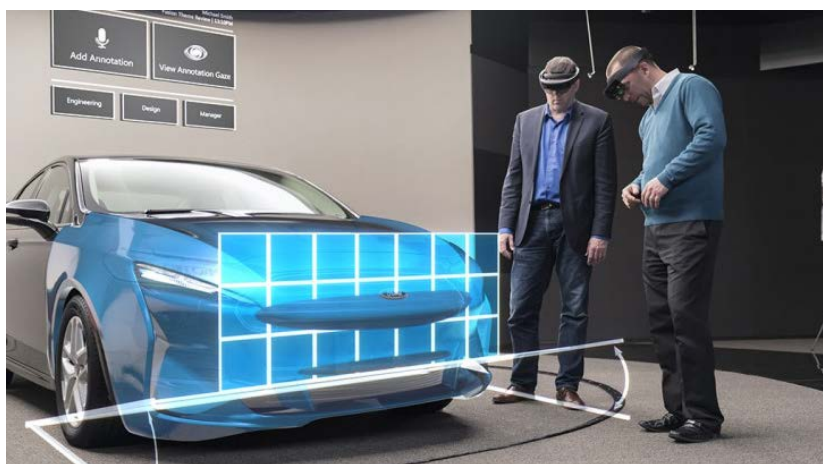
Obr. 55: Zobrazenie zmiešanej reality

Zmiešanú realitu môžeme interpretovať na základe obr. 55. Ako je zrejmé z obrázka, do procesu vytvorenia zmiešanej reality vstupujú 3 faktory – reálne prostredie, počítačové prostredie a človek. Interakciou človeka s počítačovým prostredím vzniká virtuálne prostredie (virtuálna realita). Počas niekoľkých posledných desaťročí bol skúmaný vzťah predovšetkým medzi ľuďmi a počítačovým prostredím. Existuje vedná disciplína známa ako interakcia ľudí s počítačom označovaná HCI (Human computer interaction). Ľudské vstupy sa dejú rôznymi spôsobmi – pomocou periférií ako napr. klávesníc, myší, dotyku, hlasu a dokonca aj kinetického sledovania prostredníctvom Kinect technológie, ktorá už využíva na vstup senzory. Pokrok vo vývoji senzorov vytvára novú možnosť interakcie s počítačovým prostredím.

Interakcia človeka a reálneho prostredia je vlastne konvenčnou (bežnou) realitou.

Interakcia počítača s environmentálnym prostredím je nazývaná aj environmentálny vstup. Environmentálnymi vstupmi je možné chápať procesy ako postavenie osoby v priestore (napr. sledovanie hlavy), povrchy a hranice

objektov (napríklad priestorové mapovanie), okolité osvetlenie, environmentálny zvuk, rozpoznávanie objektov ich umiestnenie.



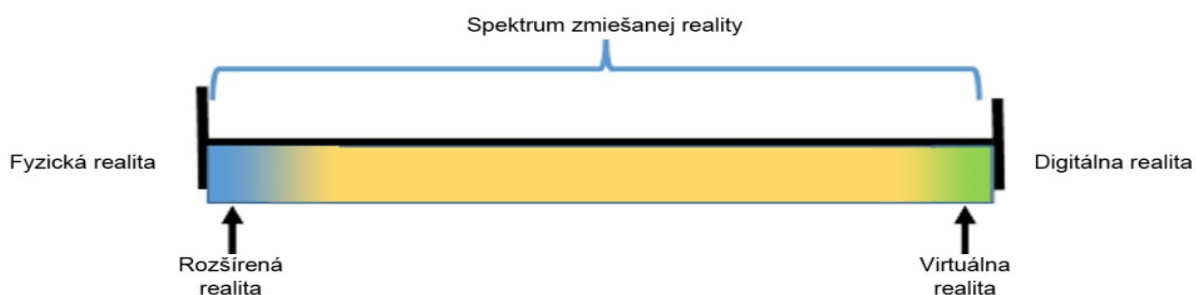
Obr. 56: Príklad využitia zmiešanej reality

Prelínaním všetkých troch faktorov znázornených na obrázku vzniká tzv. zmiešaná realita MR (z angl. mixed reality). Prostredníctvom zmiešanej reality sa vytvára príležitosť na vytvorenie zmiešaných skúseností. Pohyb vo fyzickom svete sa môže premeniť na pohyb v digitálnom svete. Hranice vo fyzickom svete môžu v digitálnom svete ovplyvniť environmentálne vstupy. Bez environmentálnych vstupov sa skúsenosti nemôžu spájať medzi fyzickou a digitálnou realitou.

Aký má zmiešaná realita vplyv na proces tvorby dizajnu? 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. Na druhej strane virtuálne návrhy môžu byť vsadené do reálneho prostredia. Táto skutočnosť si zároveň vyžaduje aj nové palety nástrojov a nové možnosti postupov práce. V súčasnej dobe sme však len na začiatku tohto vývoja a až čas ukáže skutočné možnosti, ktoré táto vyspelá technológia prináša.

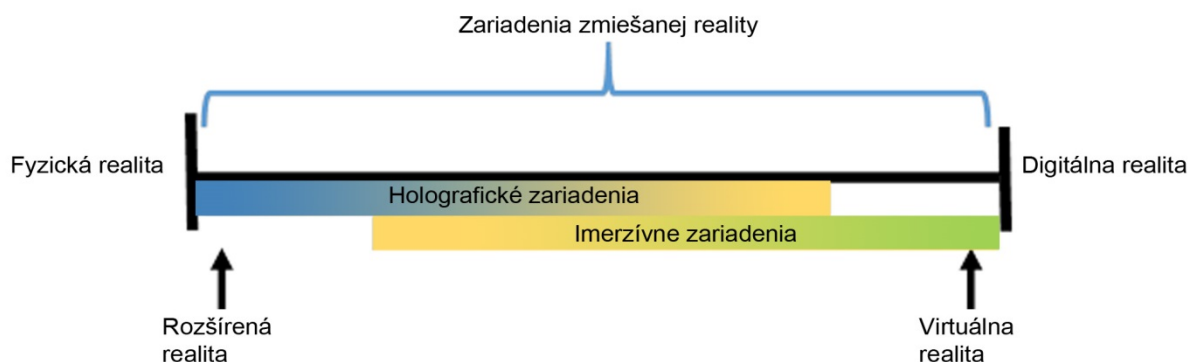
Zmiešané spektrum reality

Keďže zmiešaná realita je zmesou fyzického sveta a digitálneho sveta, tieto dve skutočnosti definujú polárne konce spektra známeho ako virtuálne kontinuum [24] ako interpretuje obr. 57. Celý pás na obrázku predstavuje spektrum zmiešanej reality. Na ľavej strane sa nachádza fyzická realita, v ktorej my, ľudia, existujeme. Na pravej strane je digitálna realita. Z obrázka je zrejmé, že rozšírená realita je bližšie fyzickej realite, na druhej strane virtuálna realita je bližšie digitálnej (počítačovej) realite.



Obr. 57: Spektrum zmiešanej reality

Zariadenia založené na princípoch rozšírenej a virtuálnej reality, ktoré sú dnes k dispozícii, predstavujú veľmi malú časť tohto spektra. Sú však podmnožinami spektra zmiešanej reality. Prelínanie prostredí rozšírenej, virtuálnej a zmiešanej reality, ako je uvedené na predchádzajúcom obrázku nie je v skutočnosti takéto ostré, lepšie ho interpretuje obr. 58.



Obr. 58: Zariadenia zmiešanej reality

Na obrázku sú zároveň znázornené typy zariadení, vyvinutých pre dané prostredie.

1. Holografické zariadenia – sú to zariadenia, ktoré sa vyznačujú schopnosťou umiestniť digitálny obsah do reálneho sveta.

2. Imerzívne (ponorné) zariadenia - vyznačujú sa schopnosťou zariadenia vytvoriť pocit prítomnosti - skrýva fyzický svet a nahrádza ho digitálnym zážitkom.

Haptické technológie vo virtuálnej realite

Oblasť počítačovej haptiky je definovaná v časti haptické zariadenia, kde je zároveň načrtnutá možnosť využitia haptiky v rôznych technológiách. Pretože oblasť haptiky úzko súvisí s virtuálnou realitou, v tejto časti bude popísané využitie haptických technológií z tohto pohľadu.

S rozvojom virtuálnej reality vzniká potreba aplikovať hmatové vnemy, ktoré umožňujú designerom v 3D modelovacom procese simulovať prácu s reálnou hmotou vo virtuálnom prostredí. Oblasť počítačovej haptiky sa začala rozvíjať aj z tohto dôvodu.

Haptická technológia umožňuje používateľovi komunikovať s počítačom prostredníctvom hmatovej spätnej väzby. Pomenovanie je odvodené z gréckeho slova haptikos, čo znamená dotyk. Komunikácia sa deje pomocou haptickej pomôcky (Phantom, haptická rukavica, model, manipulátor, atď.). Haptická pomôcka je vybavená množstvom senzorov, ktoré zaznamenávajú parametre ako smer a rýchlosť pohybu. Parametre sa spracúvajú vhodným spôsobom a v skutočnosti používateľ dostáva spätnú väzbu, napríklad prostredníctvom vibrácií na vybraných miestach s primeranou amplitúdou a frekvenciou. Typický haptický systém (nazývaný taktiež hmatový systém) sa zvyčajne skladá z centrálnej počítačovej jednotky, ktorú predstavuje hardvér a softvér a externého zariadenia pracujúceho s počítačom. Zvyčajne sa haptické zariadenie podobá na troj, alebo šesťklbový priemyselný manipulátor. Rameno manipulátora je určené na ovládanie používateľom a je zložené z priamych segmentov spojených valcovými kĺbmi. Kĺby manipulátora sú vybavené snímačmi, ktoré zaznamenávajú hodnoty uhlového pohybu pozdĺž ich osí.

Softvér potom vypočíta presnú pozíciu koncového efektora. Efektor je výkonný orgán - svaly alebo žľazy, odpovedajúci na podráždenie receptorov. Tieto informácie sa odosielajú softvéru v reálnom čase. Zvyčajne na základe týchto údajov softvér vypočíta silový vektor, ktorý je odoslaný naspäť do zariadenia, čím reaguje silovou spätnou väzbou. To umožňuje užívateľovi pocit dotyku s pevným objektom. Koncový efektor môže byť vybavený dodatočným tlačidlom alebo viacerými tlačidlami, ktoré používateľovi umožňujú interakciu so systémom viac než jedným spôsobom. Analýzou publikácií, týkajúcich sa aplikácie možností a výhod haptických technológií, možno konštatovať, že tieto technológie napriek tomu, že sú v počítačnom štádiu vývoja, prinášajú veľmi sľubné výsledky do aplikácií v mnohých disciplínach (design, medicína, rehabilitácia, robotika a mnoho iných).

Haptické zariadenia prinášajú v procese tvorby designu nové možnosti manipulácie s 3D modelmi vo virtuálnom prostredí, zlepšujú schopnosť orientácie v tomto prostredí. Plne nahrádzajú aj tradičné sochárske postupy, ktoré je možné aplikovať na prácu s digitálnymi 3D modelmi. Príkladom takýchto zariadení je Cyber glove - virtuálna modelovacia haptická rukavica, Cyber force – virtuálna modelovacia rukavica na robotickom ramene, iSPHERE – haptické modelovacie zariadenie. Výrobcov haptických zariadení je veľké množstvo, takže je veľké množstvo rôznych technológií.



Obr. 59: Haptická kybernetická rukavica

Haptika je v designerskej práci veľmi dôležitá, pretože umožňuje overovanie správnosti designerských riešení z hľadiska ergonomickej správnosti a prijateľnosti. Príkladom slúži návrh nástroja, ktorý bude využívaný celú

pracovnú dobu. Tento musí mať vhodnú ergonómiu, aby nevznikali choroby z povolania. Tým, že designer má možnosť predmet uchopiť a vyskúšať si ho, minimalizujú sa zdravotné dopady prípadnej zlej ergonómie. Samozrejme, že haptické zariadenia, ktoré pracujú vo virtuálnej realite, nenahrádzajú plne hmatové vnemy, ktoré získavame fyzickým kontaktom. Môžeme ich chápať skôr ako súbor nástrojov, ktoré môžeme využívať vo virtuálnom modelovaní.

Virtuálne podporovaný design

Technológie virtuálnej reality môžu napomáhať procesu tvorby designu. Problému napomáhania tvorby designu prostredníctvom virtuálnej reality sa venuje výskum a vývoj posledné dve desaťročia a bol predmetom mnohých vedeckých štúdií. Zvláštny dôraz sa kladie na využitie virtuálnej a augmentovanej reality pre procesy priemyselného designu. Prvé registrované použitie virtuálneho prostredia pre priemyselný design sa uskutočnilo na Univerzite v Severnej Karolíne v USA. Tím architektov vytvoril virtuálnu budovu, ktorú je možné dôkladne preskúmať. Možnosť prezrieť si projekt "zvnútra" umožnila vedcom opraviť chyby návrhu predtým, než bola budova fyzicky postavená. Analýzou doteraz publikovaných výskumných prác, ktoré sa týkajú aplikácie možností virtuálnych technológií v designe možno poznamenať, že virtuálne technológie sa čoraz viac využívajú na štúdie v oblasti bezpečnosti práce a ergonómie. Umožňujú napríklad modelovať vo virtuálnej realite skutočné pracoviská, otestovať ich vo virtuálnej realite z pohľadu ergonómie, opraviť prípadné chyby. Na základe virtuálneho modelu je možné vyrobiť skutočné fyzické prototypy popřípade hotové produkty. Všetky tieto možnosti sú dané vyspelými technológiami v danej oblasti. [25]



Obr. 60: Príklad práce vo virtuálnej realite

4.5.6 Zobrazovacie 3D technológie

Reálny svet okolo nás je trojrozmerný (3D). Tradičné zobrazovacie zariadenia však môžu zobrazovať len dvojrozmerné (2D) ploché obrázky, ktoré nemajú hĺbku, chýba im teda tretia dimenzia. Táto skutočnosť značne obmedzuje našu schopnosť vnímať a pochopiť zložitosť objektov skutočného sveta. Na spracovávanie vizuálnych informácií sa využíva veľká časť kapacity mozgu.

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

- stereoskopické
- autostereoskopické
- volumetrické (objemové)

Samozrejme, že v dnešnej dobe je týchto zobrazovacích technológií veľké množstvo, každú oblasť by bolo možné podrobnejšie členiť. Jednotlivé skupiny je možné rozdeliť na samostatné podskupiny, avšak z dôvodu veľkého rozsahu spracovávanej problematiky sa venujem tejto oblasti iba z pohľadu využiteľnosti pre designerov v prezentačnej fáze tvorby a z tohto dôvodu je uvedené členenie postačujúce.

Stereoskopické zobrazovacie zariadenia generujú dva odlišné obrázky pre ľavé a pravé oko. Obidva sa v mozgu spájajú a vytvárajú dojem 3D obrazu. Generovanie obrazov vzhľadom na ľavé a pravé oko môže byť urobené rôznymi spôsobmi. Jedným zo spôsobov zobrazovania je, že sa obrázky zobrazujú postupne a sú blokované pre jedno alebo druhé oko. Jednoduchým príkladom sú shutter-glasses (okuliare s uzávierkou), ktoré blokujú synchronizovane s displejom to oko, ktoré nesmie vidieť aktuálny obraz. Ďalšie princípy zobrazovania obrazov môžu byť aj pre obe oči súčasne, avšak s rozličnou polarizáciou obrazu alebo s rozdielnym filtrovaním farieb pre každé oko. V tomto prípade ide o podkategórie stereoskopických zobrazení.

Na výber správneho obrazu pre každého oko sa potom použijú okuliare s príslušnými filtermi. Iný spôsob oddeľovania obrazov je priestorové multiplexovanie (spájanie signálov), kde sú rôzne obrázky vysielané rôznymi

smerni na miesta, kde sa nachádzajú oči pozorovateľa. Tento prístup môže byť tiež kombinovaný s princípom sledovania očí pre dynamickú aktualizáciu zobrazovaného obsahu.

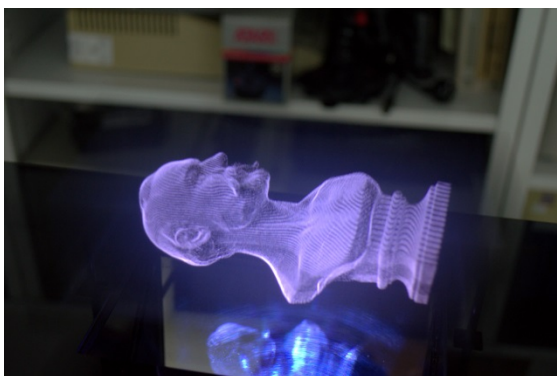
Zatiaľ čo prístupy založené na okuliaroch sú dosť jednoduché, existuje mnoho zaujímavých prístupov pre priestorové multiplexovanie.

Nevýhodou tejto zobrazovacej techniky je potreba okuliarov. Podľa použitej technológie okuliarov je možné technológie deliť na aktívne a pasívne. Pri aktívnej stereoskopii okuliare obsahujú elektroniku, zatiaľ čo pri pasívnej sa jedná iba o okuliare s filtrami bez elektroniky.

Autostereoskopické zobrazovacie technológie sú podmnožinou stereoskopických zobrazovacích technológií. Možno ich charakterizovať tým, že používajú optické komponenty v displeji, preto nie sú potrebné okuliare na zobrazenie 3D obrazu. Na rozdiel od stereoskopie má táto technológia širšie pozorovacie pole. Obraz je veľmi podobný tomu, ako vidíme pri pohľade z okna.

Volumetrické zobrazovacie technológie ako označuje názov sú zobrazovacie technológie, ktoré vytvárajú priestorový (objemový) obraz. Obraz je rastrovaný v priestore a vytvára takzvanú voxelovú priestorovú mriežku. Voxel je trojrozmerná zobrazovacia jednotka, analógia s pixelom v 2D technológii.

Obraz je vytváraný zobrazovaním jednotlivých voxelov v priestore, tak aby vznikol požadovaný priestorový obraz. Väčšina z týchto displejov sa však obmedzuje na počet voxelov. Sú vytvárané na mieru, jedná sa teda o technológiu, ktorá má obmedzené použitie a nie je v dnešnej dobe úplne bežná.



Obr. 61: Volumetrická zobrazovacia technológia

4.5.7 Súčasný trendy vo vývoji 3D technológií

Cloudové riešenia

Trendom v dnešnej dobe sa stávajú aj riešenia založené na cloudovej platforme. Cloudová platforma zahŕňa širokú knižnicu 3D modelov, ktoré sú pripravené k okamžitej tlači. Takéto riešenia poskytujú možnosť vytvorenia 3D modelov na základe požiadavky zákazníka, ktorý svoju víziu produktu dodá napríklad vo forme skice alebo predpripraveného 3D modelu. Príkladom je známa internetová služba 3D hubs. Vývoj softvérov v oblasti AM sa ubera smerom automatizácie procesov. Na základe vstupných údajov o požadovaných vlastnostiach, tvare atď., softvér s využitím algoritmov určí, aká technológia 3D tlače je najvhodnejšia pre výrobu požadovaného produktu.

Automatizácia procesov

Ďalším súčasným trendom v oblasti procesu tvorby designu je vytváranie user-friendly softvérov, ktoré umožňujú z časti automatizovať procesy pri vytváraní 3D modelov. Práca s týmito softvérmi sa stáva čoraz jednoduchšia (na učenie a používanie) a čoraz intuitívnejšia. V súčasnej dobe sú vyvíjané technológie, ktoré umožňujú zapojiť do modelovacieho procesu napríklad pohyb očí, gestá, či hlasové ovládanie.

Trend v oblasti vývoja CAD softvérov a AM, sa bude uberať smerom automatizácie týchto procesov s využitím umelej inteligencie, (AI – artificial intelligence - umelá inteligencia).

Internet

Internet má v súčasnej dobe tiež veľký vplyv na proces tvorby designu. Umožňuje užívateľom (zákazníkom) aktívne zapojenie do procesu tvorby.

Produkty môžu byť prispôbované pomocou online platforiem a vytvárané na požiadavku, ako už bolo spomínané vyššie. Prispôbovanie a personalizácia produktov umožňuje vytváranie unikátnych produktov, príkladom je možnosť vytvorenia obuvi, ktorá je ergonomicky tvarovaná na základe 3D skenu

užívateľovho chodidla. Takéto postupy sú dnes už bežne využívané napríklad pri vytváraní obuvi pre vrcholových atlétov.

Jednou s online platforiem na zdieľanie CAD modelov je Sketchfab (www.sketchfab.com). Internetová platforma umožňuje zdieľanie 3D modelov a scén, ktoré obsahujú realistické textúry, osvetlenia, atď. v prostredí 3D enginu. Týmto vznikajú vysoko realistické interaktívne 3D vizualizácie, pomocou ktorých je možné manipulovať s modelmi, otáčať ich vo všetkých 3 osiach. Obraz sa generuje v reálnom čase. Takýto nástroj umožňuje designerom zdieľať svoje designerske riešenia so zákazníkmi, ale môže byť využitý aj pri analýze produkcie, či inšpirácii, skúmaní 3D modelov vo virtuálnom 3D prostredí. Výhodou je možnosť prehliadať web na zariadeniach ako je mobilný telefón, tablet, alebo na zariadeniach využívajúcich rozšírenú, virtuálnu realitu. Nutnosť možnosti zdieľania 3D modelov potvrdzuje aj fakt, že Facebook, implementoval modul umožňujúci zdieľanie 3D modelov, ktoré sú zobrazované taktiež s využitím 3D enginu. [19]

V dnešnej dobe vznikajú aj internetové knižnice s 3D modelmi, ktoré zahŕňajú digitálne 3D modely ale aj digitálne 3D skenované objekty. Takéto knižnice poskytujú 3D modely, ktoré si užívateľ môže kúpiť, ale aj modely voľne stiahnuteľné.

Internet, bez ktorého si dnes len ťažko vieme predstaviť náš život, výrazne podporil aj vývoj v oblasti 3D technológií. Umožnil vznik open-sourcových hnutí. Príkladom je projekt Reprap. Je to projekt založený na princípe opendesign kde všetky návrhy, vylepšenia sú zdieľané s voľnou licenciou. Hnutie v dnešnej dobe zahŕňa tisíce vývojárov a nadšencov pre 3D tlač, ktorí medzi sebou svoje pokroky a vylepšenia zdieľajú.

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.

Metodiky procesu tvorby designu boli spracované rôznymi teoretikmi a praktikmi. V teoretickej časti práce sú dané metodiky analyzované, porovnávané a posudzované, či sú stále aktuálne a či je ich možné, vhodné použiť pri procese tvorby designu s využitím 3D technológií.

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. V poslednom kroku boli poznatky získané analýzou 3D technológií v teoretickej časti aplikované na proces tvorby designu finálneho prototypu. Jednotlivé kroky vývoja sú podrobne popísané v praktickej časti práce.

6. PRAKTICKÁ ČASŤ PRÁCE (VÝSTUPY)

Úvod k praktickej časti

Vplyvu 3D technológií na proces tvorby designu som sa venoval už v bakalárskej i magisterskej práci, ktorých výsledkom bolo vytvorenie 3D modelov technických objektov a ich následná výroba pomocou RP technológií. V praktickej časti dizertačnej práce som sa rozhodol experimentovať aj s ďalšou fázou designerskeho procesu a tou je prezentačná fáza. Dôvodom môjho rozhodnutia bol fakt, že pri skúmaní jednotlivých fáz designerskeho procesu je veľmi dôležitou prezentácia, či už finálnych, alebo aj rozpracovaných riešení. Prezentáciou si môžeme predstaviť aj komunikáciu so zadávateľom, ktorá prepája jednotlivé kroky procesu tvorby designu.

Využitie 3D technológií pri prezentácii designu prináša možnosti prezentovať aj nerealizovaný design, 3D modely, koncepčné riešenia. Zároveň umožňuje presne ukázať na dané detaily, pohľady a tým pádom presne definovať prezentáciu, ktorú uvidí divák. Taktiež umožňuje prezentovať zložité procesy alebo činnosti, ako napríklad simuláciu jazdy v kokpíte formule, otváranie dverí automobilu a nahliadnutie do interiéru auta, prípadne virtuálnu prezentáciu exteriéru či interiéru architektonického riešenia budovy alebo rozloženie častí produktu (exploded view) atď.

Takáto 3D prezentácia môže byť doplnená textom, prípadne hovoreným komentárom, či dokonca hudobným sprievodom. 3D prezentačné technológie s použitím interakcie umožňujú divákovi zasahovať do prezentácie, manipulovať s objektom, ovplyvňovať ho a vstupovať tak do virtuálneho rozhrania prezentácie.

Možností prezentácie designerských riešení je veľké množstvo, od tradičných spôsobov až po moderné progresívne prezentačné technológie vo virtuálnom prostredí.

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 mojich riešení vizualizačných systémov popísaných v tejto časti.

Cieľom praktickej časti dizertačnej práce bolo vytvoriť prezentačné zariadenie, umožňujúce interakciu, ktoré je možné využiť ako pri komunikácii, tak aj prezentácii pri rôznych udalostiach ako sú výstavy, veľtrhy a pod., ale je ho možné aj umiestniť ako stacionárnu stanicu slúžiacu na reprezentatívne účely, na ktorej sú kontinuálne prezentované designerske riešenia (napr. vo vestibule univerzity, či inej inštitúcie). Zámerom bolo navrhnúť automatizovaný systém, ktorý umožňuje interakciu s 3D dátami. V procese tvorby zobrazovacieho zariadenia som prechádzal rôznymi koncepciami, experimentoval som s rôznymi spôsobmi riešenia. Aj keď som súčasne pracoval s rôznymi koncepciami, v práci sú zoradené postupne chronologicky. Na základe jedného riešenia a hodnotenia daného riešenia vznikali ďalšie varianty, možnosti. Prípadné designerske problémy pri jednotlivých riešeniach boli v nasledujúcich krokoch vylepšené. 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 experimentoval som so 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 zameril 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.

Práce boli prezentované 5 rôznymi spôsobmi:

- bannery (2D grafika),
- materiálové modely,
- projekcia (statická a dynamická),
- stereoskopia,
- interaktívna pseudo-holografia.

V rámci príprav na výstavu som experimentoval s rôznymi možnosťami prezentácie prác hlavne s pasívnou stereoskopiou a interaktívnou pseudo-holografiou. V procese experimentovania bola vytvorená prezentácia s využitím stereoskopie a prvá koncepcia vizualizačného systému – veľký variant.

Na základe rôznych spôsobov prezentácie designerskych výstupov je možné porovnať vyššie uvedené tradičné prezentačné metódy a metódy využívajúce 3D technológie. Je samozrejmé, že najväčší dojem v divákovi vyvolá prezentovanie designu pomocou reálneho modelu, ktorý je realizovaný v merítke prípadne prototyp. A to z dôvodu reálneho vnemu priestorovosti objektu (objem, svetlo, materiál...), prípadne možnosť hmatového vnemu (aj keď nie vždy je divákovi umožnené dotýkať sa vystaveného designu...). Samozrejme aj prezentácia designu reálnymi modelmi má svoje limity a práve preto má návrh vizualizačného systému svoje opodstatnenie.

Pasívna stereoskopická projekcia

Princíp fungovania stereoskopie je popísaný v teoretickej časti. K prezentácii prác som využil existujúcu technológiu a vytvoril podklad umožňujúci prezentovanie v tomto prostredí.

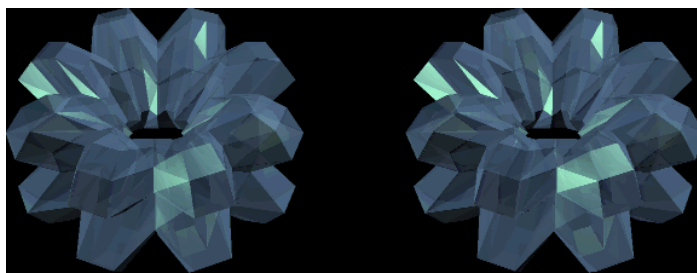
Celkovo bolo na výstave k 15. výročiu založenia APD prezentovaných pomocou stereoskopickej projekcie 10 projektov (4 projekty pedagógovia, 6 projektov študenti) naprieč 15 ročnou históriou ateliéru. Práce boli vyberané tak, aby bolo v projekcii široké spektrum projektov od drobných predmetov ako háčik-helper, porcelán, až po technicky zložitejšie designy ako napr. automotive (design formule), design gyrokopty a iné.

3D dáta boli vyrendrované pomocou špeciálneho softvéru 3D Studio Max tak, že 360 stupňové otočenie objektu, ktoré trvá 10 sekúnd, bolo rendrované pomocou 250 snímok (25 snímok/1s) z dvoch pohľadov pre každé oko zvlášť. Pohľady pre pravé a ľavé oko sú oproti sebe veľmi nepatrne pootočené. Pohľady, rendre objektu boli snímané z rôznych uhlov na podobnom princípe, ako pracuje ľudské oko. Následne boli k sebe sekvencie priradené tak, že vždy bol na jednom snímku pohľad ľavej a pravej kamery.

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.



Obr. 62: Nastavenie kamery v programe 3DStudio MAX



Obr. 63: Ukážka snímky stereoskopickkej projekcie pre ľavé a pravé oko

Zhodnotenie prezentácie prostredníctvom stereoskopickkej projekcie.

Stereoskopická projekcia umožňuje vnímať hĺbku obrazu, obraz sa tak javí do istej miery trojrozmerný. Nevýhodou je potreba nosenia pasívnych okuliarov, bez ktorých by divák videl len strieborné plátno. Potrebe nosenia okuliarov som sa však vo vyvíjanom vizualizačnom zariadení chcel vyhnúť.

Experimentovanie s technológiou stereoskopie bolo pre mňa prínosné, lebo mi to určilo ďalší smer experimentovania, resp. ďalší smer vývoja. V nasledujúcom kroku som sa pokúsil o vytvorenie vizualizačného zariadenia 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 APD FMK. Prezentácii predchádzal vývoj, testovanie, výroba animácií, ale taktiež workshop „Interaktivita v umení a designe“ v rámci APD, na ktorom som prezentoval jednotlivé možnosti využitia interaktívnych 3D technológií v designe. Na tomto workshope prebiehali aj funkčné skúšky a testovanie nižšie popísaného projektu.

Princíp fungovania

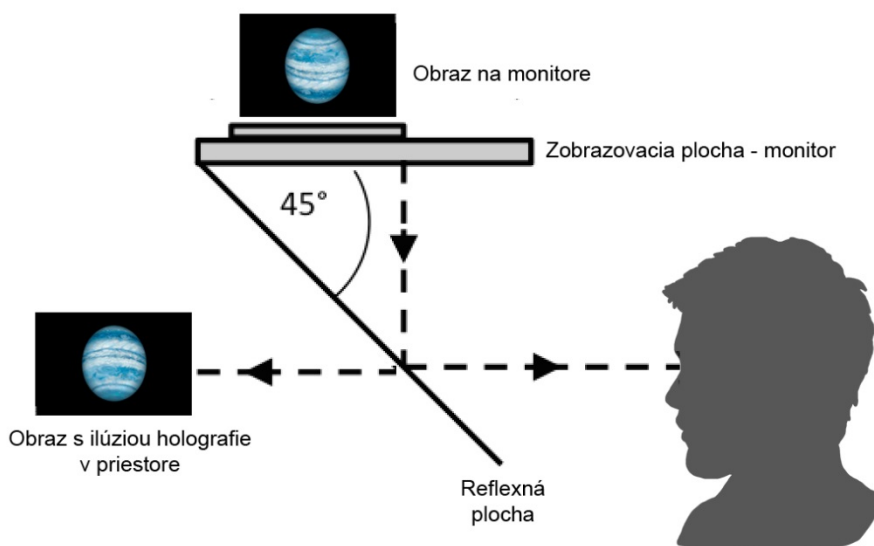
Interaktívny vizualizačný systém využíva princípy lomu svetla z premietacej plochy na odrazovú plochu, známy ako PEPPER'S GHOST EFFECT (v preklade Peperov duch) ďalej PGE. PGE je ilúzia, ktorá spôsobuje, že divák vidí v priestore predmet, ktorý sa tam fyzicky nenachádza. Technika ilúzie bola prvýkrát popísaná už v 16. storočí. Používala sa pri predstaveniach a je

pomenovaná podľa jej vynálezcu J. H. Peppera, ktorý ju používal k zobrazeniu duchov na javisku.

Samotné zobrazenie predmetu sa zakladá na odraze svetla. PGE možno vysvetliť pomocou optiky. V ilúzii sa využíva transparentný materiál, ktorým môže byť fólia alebo sklo, ktoré majú iný index lomu ako okolitý vzduch. To znamená, že svetlo v obidvoch médiách sa šíri rôznymi rýchlosťami.

Keď svetlo dosiahne hranicu medzi dvoma materiálmi s rôznymi indexami lomu, časť svetla sa odráža a zvyšok je lámaný pod uhlom. Množstvo odrazeného a lámaného svetla je možné popísať Fresnelovými rovnicami a závisí od uhla dopadu a polarizácie prichádzajúceho svetla.

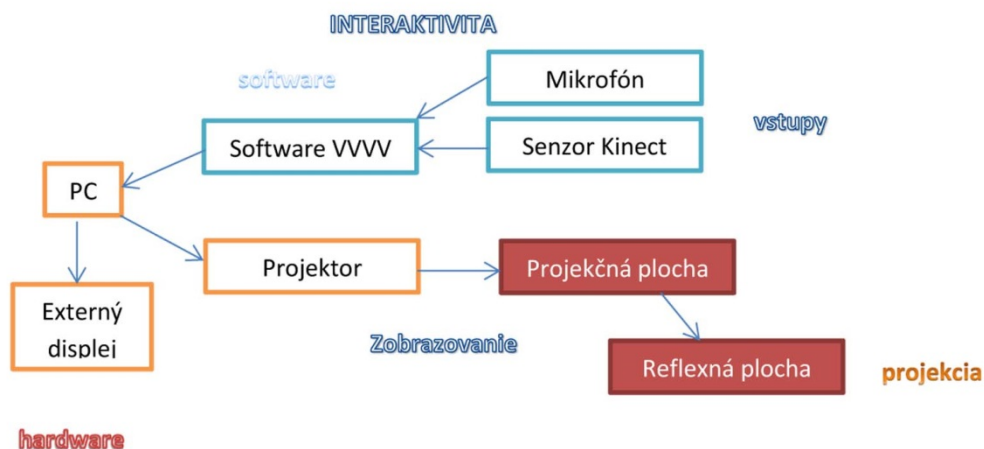
Schéma princípu PGE, ktorý je využitý pri vizualizačnom zariadení je na obr. 64.



Obr. 64: Schéma fungovania vizualizačného zariadenia

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. 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, vid' obr. 65.



Obr. 65: Schéma zostavy prototypu I

Pre vymedzenie priestoru holografickej projekcie bol vyrobený objekt zo sendvičového materiálu s vrchnou plechovou vrstvou, ktorý mal bočné strany a strop zakrytovaný. 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 nežiaduce 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 – obr. 66.

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.



Obr. 66: Interaktívny vizualizačný systém

Výber prác použitých v prezentácii spĺňal rovnaké kritéria ako v stereoskopickú projekciu. V holografickej projekcii bolo použitých 12 3D modelov.

Na spracovanie animácií bolo uvažované s použitím niekoľkých možných spôsobov:

1. video zložené zo statických obrázkov
2. video (animácia) z fotografií fyzických modelov
3. video (animácia) na základe 3D skenu modelov a rendrovacích techník
4. 3D engine
5. video (animácia) s využitím rendrovacích techník

Z vyššie vymenovaných bodov pri možnostiach 3,4,5 je možné aplikovať interaktivitu.

Pre finálne riešenie prototypu I som využil bod 5, ktorý pracuje na nasledujúcom princípe. V rendrovacom softvéri sú 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.

Princíp fungovania interaktivity v prototypu I.

Ako hardware bolo použité už spomínané zariadenie Kinect. Špecifikácia zariadenia sa nachádza na obrázku . Pomocou tohto zariadenia je možné snímať veľké množstvo bodov na ľudskom tele. Výberom bodov je možné presne definovať, ktoré časti tela majú vyvolať interakcie.

Pri vývoji softvérovej časti projektu bolo nutné vytvoriť počítačový program, umožňujúci interakciu s objektom, ktorý bol vytvorený s využitím softvéru Vvvv.

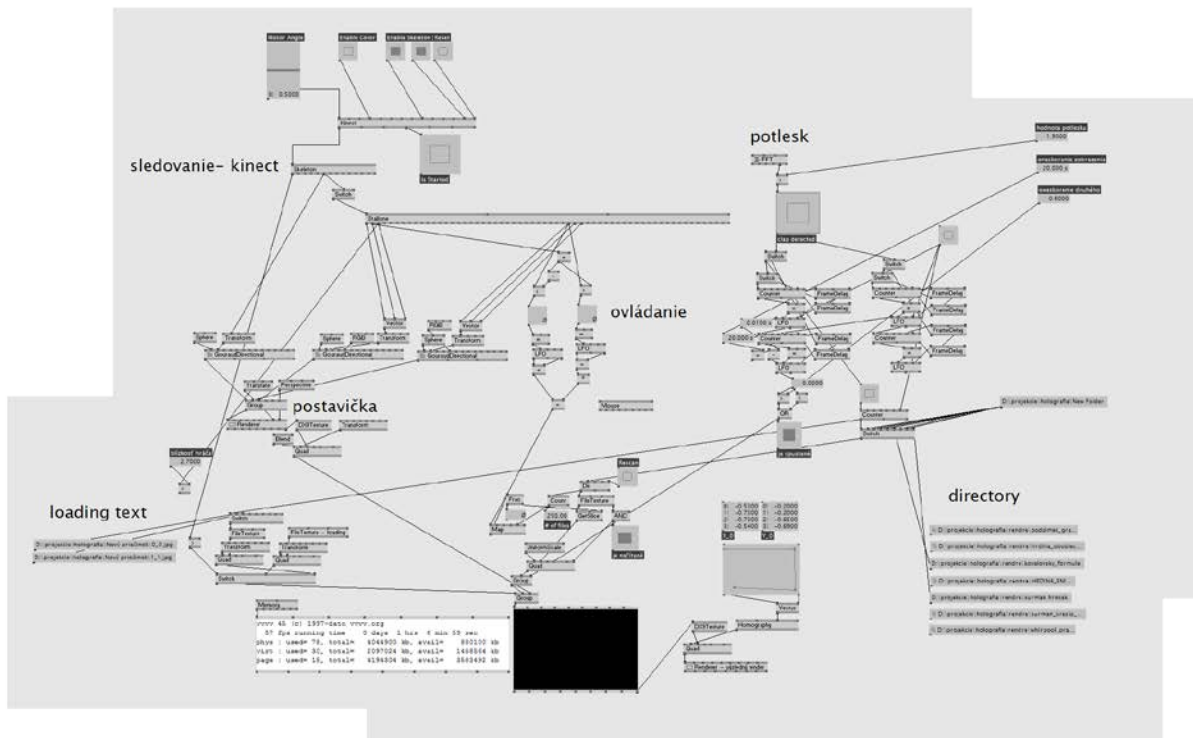


Obr. 67: Technické parametre zariadenia Kinect

Vvvv je hybridné vizuálnotextové programovacie prostredie. Umožňuje manipuláciu s veľkým mediálnym prostredím s fyzickými rozhraniami, pohyblivou grafikou v reálnom čase, zvukom a videom, ktoré môžu interagovať s mnohými používateľmi naraz.

Pre interakciu s rozhraním prototypu I. pseudo-holografického vizualizačného systému bol zvolený pohyb rúk. V Kinecte boli definované 3 body na oboch rukách, ktoré boli snímané. Pohyb ruky vyvolal funkciu, realizovanú vytvoreným programom, ktorá umožnila listovať v knižnici so snímkami 3D modelu v požadovanom smere podľa smeru pohybu ruky. Bola vytvorená slučka, ktorá umožňovala v knižnici listovať do nekonečna. Takýto

zjednodušené opísaný princíp umožňoval interagovať s 3D objektom a otáčať ho v osiach X,Y. Pomocou potlesku snímaného mikrofónom bolo možné posúvať sa medzi 3D modelmi.



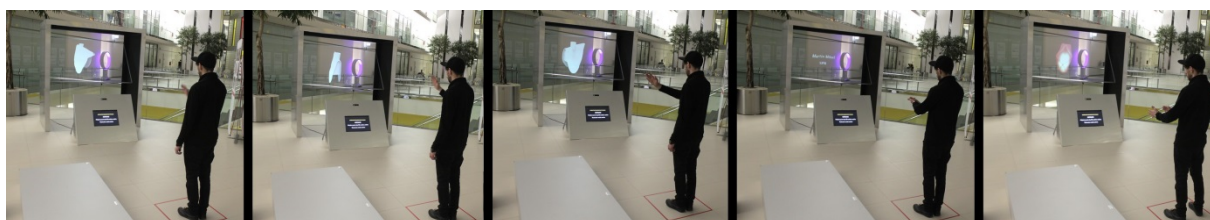
Obr. 68: Schéma navrhnutého programu použitého vo vizualizačnom systéme



Obr. 69: Interaktívna holografia



Obr. 70: Interaktívna holografia



Obr. 71: Interaktívna holografia

Hodnotenie Interaktívnej pseudo-holografie – prototyp I.

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, čím mohol divák interaktívne zasahovať do prezentácie a preskúmavať designerske riešenia. Výhodou bol aj jednoduchý princíp, ktorý je cenovo nenáročný a je k tomu potrebný len projektor, odrazová plocha, zariadenie Kinect, ktoré sú v dnešnej dobe veľmi dostupnými zariadeniami. Výhodou je zároveň aj to, že si môžeme daný prototyp prispôbiť na akúkoľvek veľkosť.

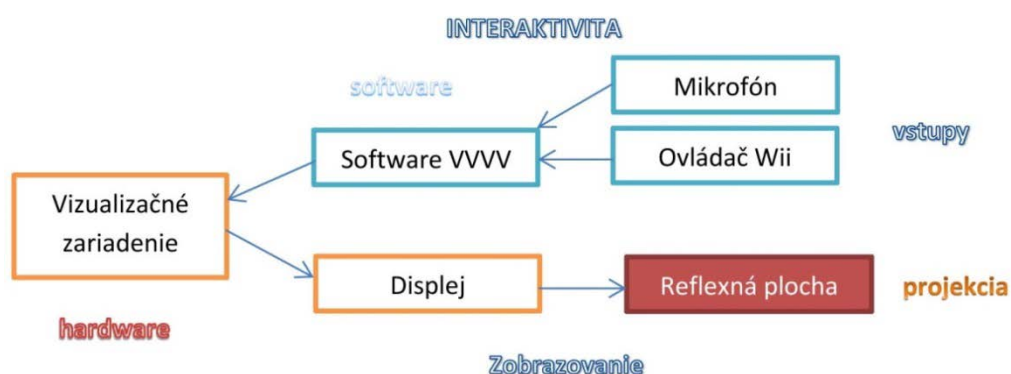
Nevýhodou veľkej odrazovej plochy bol fakt, že vypnutím veľmi tenkého plexiskla v ráme vznikali jemné deformácie obrazu, ktoré museli byť odstraňované pomocou postprodukcie v softvéri Vvvv.

Nevýhodou riešenia bola aj skutočnosť, že zariadenie je určené pre ovládanie jedným človekom a v prípade veľkého záujmu o interakciu viacerými

používateľmi zariadenie nevedelo rozpoznať referenčného užívateľa. Tým nebola umožnená interakcia ani jednému z používateľov. Samozrejme som si toho pri navrhovaní bol vedomý, preto bola na zemi vymedzená plocha zodpovedajúca približne postaveniu sa jedného človeka, ale diváci to nerešpektovali, možno z dôvodu prehliadnutia vymedzenia plochy fungovania. Z daného dôvodu som sa pri nasledujúcom vývoji rozhodol o využitie iného typu interakcie.

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, tak isto ako vyššie uvedený typ, 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 (špecifikácia je na obr. 73), ktorý je 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.



Obr. 72: Schéma zostavy prototypu II



Uhlopriečka LCD	22"
Formát obrazovky	16:9
Kontrast	1000:1
Jas	250 cd/m ²
Rozlíšenie	1920 x 1080
Odozva	5 ms
Veľkosť bodu	0,248 mm
Horizontálny uhol pohľadu	170 stupňov
Vertikálny uhol pohľadu	176 stupňov
Interné reproduktory	Ano
Typ vstupného konektoru	VGA; DVI
Vstavaný zdroj	Ano

Obr. 73 : Technická špecifikácia monitoru LCD 22" TFT Philips 221S

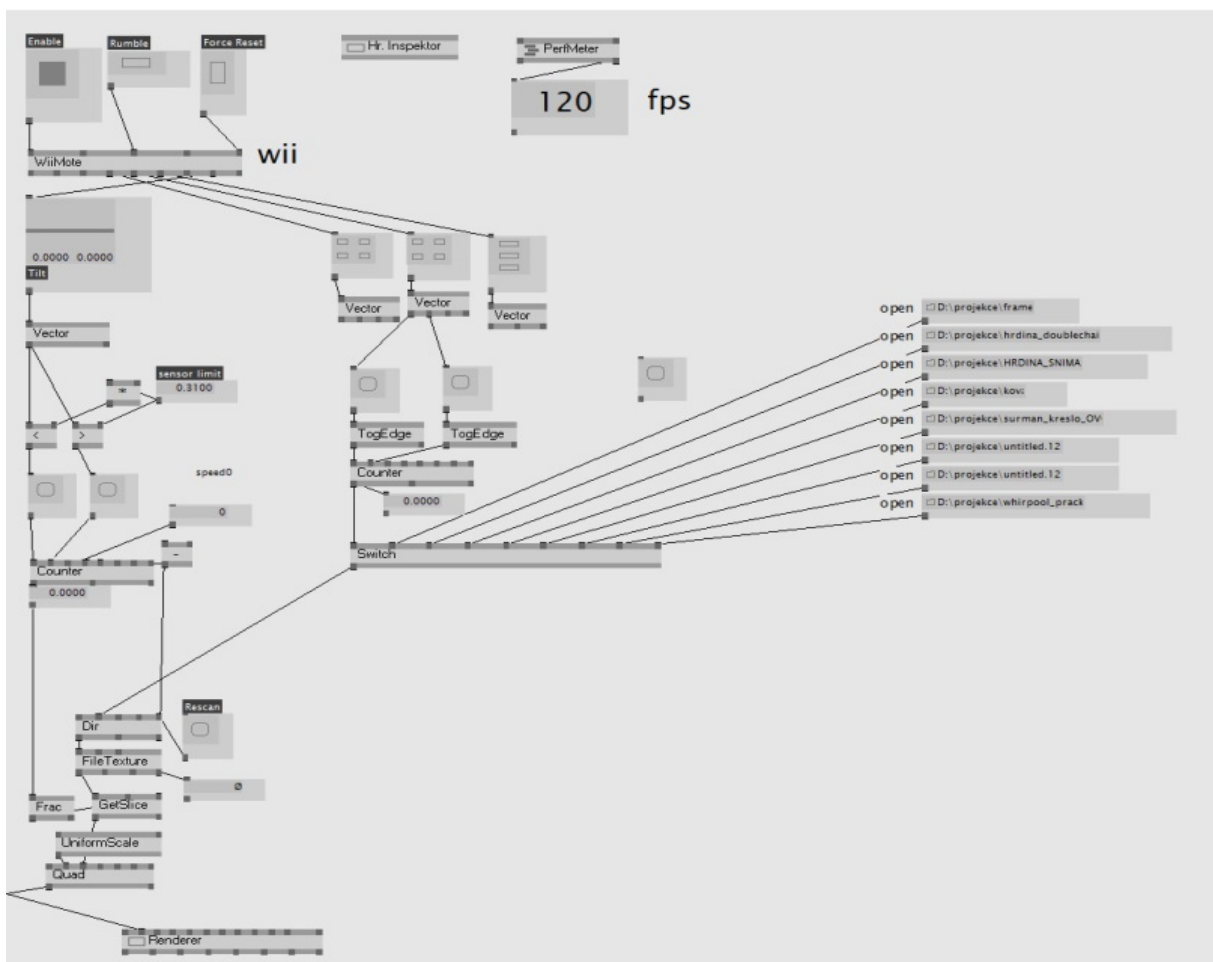
V zmenšenom variante bol vytvorený systém umožňujúci odklopenie zadnej steny, ktoré umožňovalo postavenie zariadenia v priestore. V prípade potreby, pri nežiaducich svetelných podmienkach, bolo možné zadnú stenu znova zatvoriť a tým vytvoriť vhodné podmienky umožňujúce správne fungovanie interaktívnej pseudo-holografie. Zároveň bolo možné vložiť reálny objekt za premietaciu plochu. Takýmto spôsobom je možné augmentovať reálny objekt, teda doplniť ho o digitálnu informáciu. Objekt je možné doplniť napríklad textami, informáciami o autorovi, popise produktu, poprípade o spotrebe 3D tlačového materiálu, ale aj o grafické informácie, efekty.

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. Ovládač užívateľ drží v ruke, pomocou pohybu ruky vyklápaním do rôznych smerov je možné interaktívne ovládať pohyb zobrazovaného modelu v osiach X a Y.



Vstavaná pamäť	16kB
Bezdrôtové pripojenie	Bluetooth v kombinácii s infračerveným senzorom
Optimálna vzdialenosť	0.5 – 3.5 m
Príkion	Batéria AA (2ks)
Ovládacie prvky	Tlačidlo 1, tlačidlo 2, tlačidlo A, tlačidlo B, tlačidlo HOME, tlačidlo -, tlačidlo +, kontrolné tlačidlá krížové
Prvky	Pohybový senzor Vstavaný akcelerometer

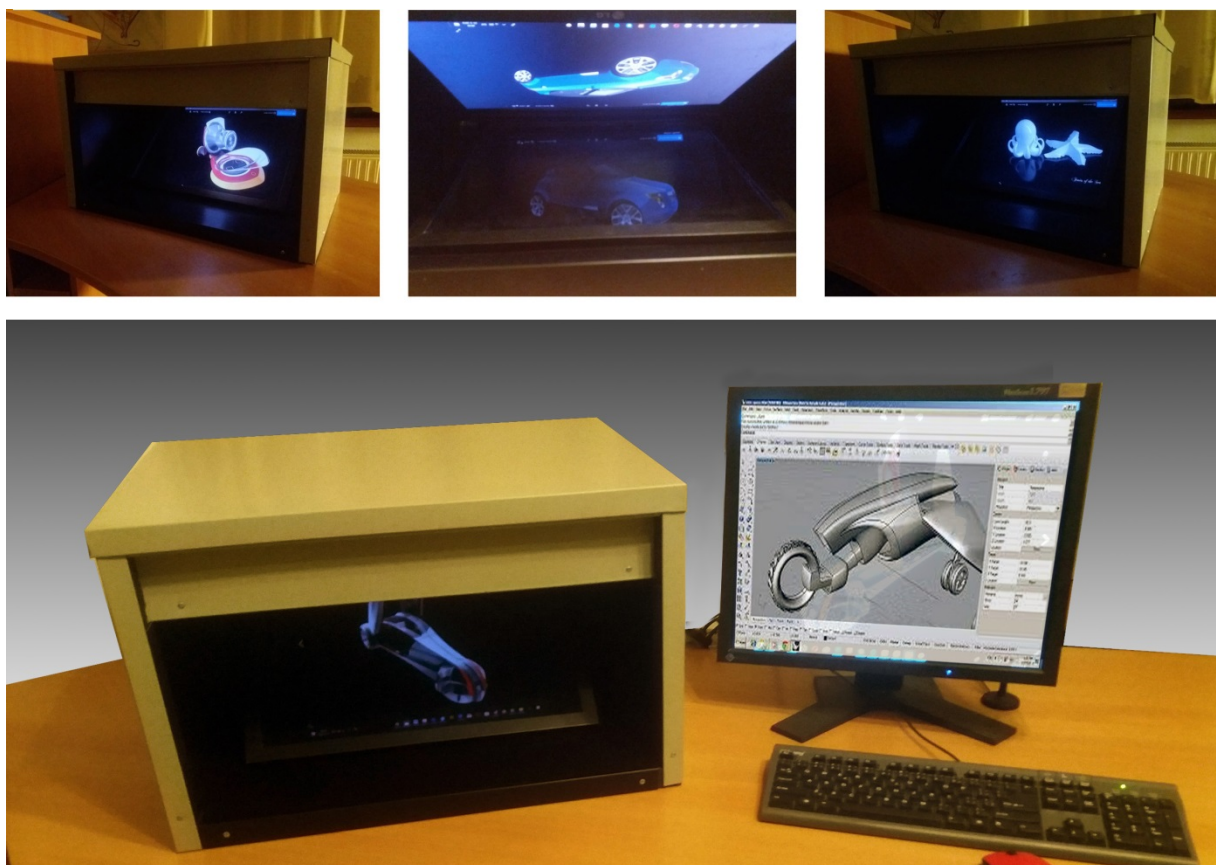
Obr. 74 : Technická špecifikácia ovládača Nintendo Wii Remote Controller Plus



Obr. 75: Schéma navrhnutého programu pre prototyp II a III

Pre ovládanie modelu v osiach X, Y, Z by bolo nutné vytvoriť úplne iný zobrazovací mechanizmus a tým je 3D engine, ktorého vytvorenie by bolo jednak finančne veľmi náročné a vyžadovalo by si rozsiahly výskum a veľký tím odborníkov.

Prototyp II slúžil k overeniu funkčných vlastností danej zmenšenej stolovej varianty pseudo-holografického vizualizačného systému. Na tomto riešení som si overoval jednotlivé aspekty ako napríklad funkčnosť interakcie, ako aj zobrazovanie vizualizácií v zatemnenom ale aj jasnom prostredí. Zariadenie bolo testované aj s ohľadom na zobrazované statické vizualizácie, animácie, či interaktívne projekcie.



Obr. 76: Prototyp II

Prototyp II splnil predpokladané požiadavky na funkčnosť.

Hodnotenie Interaktívnej pseudo-holografie – prototyp II.

Výhodou prototypu II sú rozmery, ktoré umožňujú jeho mobilitu, t.j. využitie aj v kanceláriách, na výstavách. Výhodou je aj možnosť používania v rôznych svetelných podmienkach. Čo sa týka zabezpečenia interaktivity, jeden z používateľov je tzv. riadiacim prvkom, teda má v ruke ovládač a interaguje s projekciou, kým ostatní užívatelia sa môžu pozerať. Na rozdiel od prototypu I, ostatní užívatelia nemôžu negatívne ovplyvňovať projekciu. Výhodou je ešte modulárnosť riešenia, je ho možné prispôbiť na rôzne veľkosti monitora, pričom veľkosť celého systému je priamoúmerná veľkosti monitora.

V ďalšom kroku bol spracovaný koncept možného rozvoja prototypu II. V rámci konceptu boli navrhnuté možnosti ďalšieho fungovania daného zariadenia.

Zariadenie môže obsahovať napríklad reproduktory, ktoré by boli umiestnené v spodnej časti skrinky. Doplnením vizualizácií o hudobný doprovod vzniká multimediálna projekcia. Projekciu je možné doplniť aj o hovorené slovo, ktoré by mohlo slúžiť na doplnenie informácií o zobrazovaných objektoch. Týmto by bolo možné vytvoriť automatizovaný vizualizačný systém, ktorý by užívateľom, či návštevníkom výstav poskytol odborný výklad k projekcii.

Možnosťou by bolo aj doplnenie pohybového senzora, ktorý by systému dával informáciu, kedy je užívateľ prítomný. Vtedy sa systém zapína a je plne funkčný, keď pozorovateľ odíde, systém by bol ešte požadovanú dobu aktívny a po chvíli by bol schopný sa automaticky prepnúť do režimu spánku. Tým by bolo dosiahnutá úspora energií.

Ďalším prvkom, ktorý je navrhovaný v koncepčnom riešení je napríklad možnosť napojenia externej USB s požadovanými formátmi vizualizácií, ktoré by boli automaticky stiahnuté do zariadenia a tým by sa rozširovala databáza možných projekcií. Týmto je možné vytvárať archív prác v podobe napríklad CAD dát, vyrendrovaných vizualizácií alebo interaktívnych modelov za celý ateliér v priebehu dlhšieho časového obdobia. Práce by bolo možné triediť napríklad chronologicky podľa akademických rokov, podľa autorov, oblasti navrhovaného produktu a podobne. V prácach by bolo možné listovať v menu, ktoré by bolo zobrazované na zobrazovacej ploche. Rozhranie menu by mohlo obsahovať aj ďalšie funkcie, ktorých rozsah však nie je oblasťou môjho

výskumu. Avšak možnosti týchto doplňujúcich funkcií som považoval za nutné načrtnúť aspoň ako koncept. S vhodnou skupinou odborníkov by takéto funkcie bolo možné naprogramovať.

V experimentálnej fáze som overoval jednotlivé možnosti stereoskopickkej projekcie a pseudo-holografickej projekcie. Pre potreby mnou navrhovaného vizualizačného systému sa javila vhodnejšia pseudo-holografia, ktorá bola aplikovaná do dvoch skúšobných prototypov, pomocou ktorých boli overené funkčné požiadavky. Vznikli tak dva vizualizačné systémy, prvý bol veľkých rozmerov, je však možné povedať, že ani tento systém nie je nevyužitelný. Skôr sa hodí pre potreby umeleckých inštalácií, ktorá si vyžaduje veľké priestory napríklad galérie, či reprezentačné priestory. Pre potreby priemyselného designu bolo nutné rozmery zmenšiť a urobiť univerzálnejšie mobilnejšie riešenie. Z tohto pohľadu je prototyp II vhodnejším riešením pre dané potreby. Kým vo fáze vývoja prototypu II som sa venoval len technickým a softvérovým aspektom, otestoval som dané návrhy, ktoré boli funkčné, v ďalšom kroku pri vývoji prototypu III som sa venoval aj vizuálnej stránke zariadenia v procese tvorby designu. Samozrejmosťou je, že aj pri procese tvorby prototypu I a II vzniklo množstvo návrhov, skíc, CAD modelov a podobne. Z dôvodu prehľadnosti práce však uvádzam proces tvorby designu len pri prototypu III.

6.1.3 Interaktívna pseudo-holografia – prototyp III.

Proces tvorby designu

Fáza analýzy

Teoretická časť práce mi poslúžila ako fáza analýzy jednotlivých 3D technológií. Experimentovanie s vybranými typmi zobrazovacích technológií a vytvorenie prototypov I a II slúžili ako analýza funkčných vlastností. Z prototypu II boli prevzaté otestované vlastnosti, takže vo fáze analýzy prototypu III som tieto princípy aplikoval do 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.

V procese analýzy som pracoval s inšpiračnými zdrojmi. Boli nimi odborná literatúra, časopisy, internetové zdroje. Inšpiračné zdroje, ktoré zobrazujú mnou spracovávanú problematiku, som zhrnul do vytvorenia moodboardu (voľne preložené panel nálady), ktorý sa používa pre navodenie atmosféry projektu. Moodboard je znázornený na obr. 77.

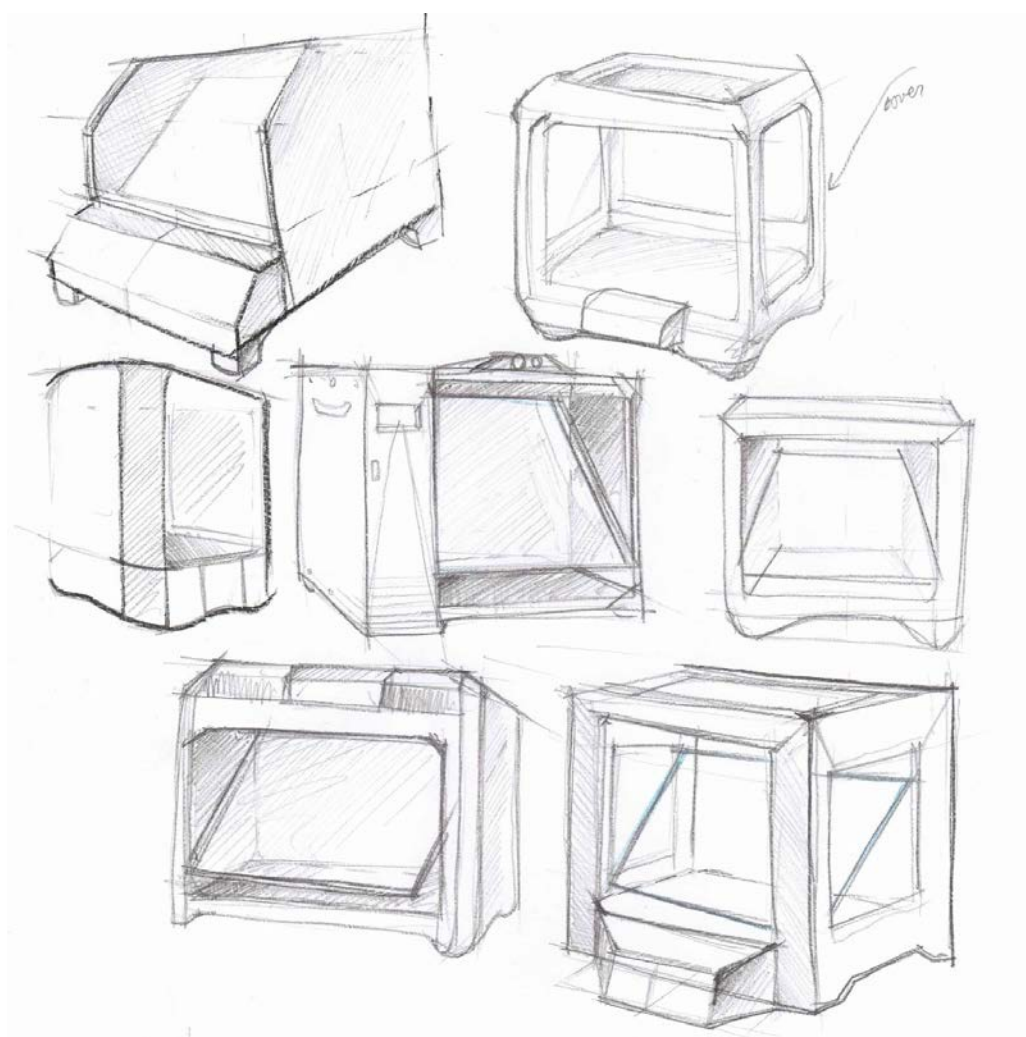


Obr. 77: Moodboard

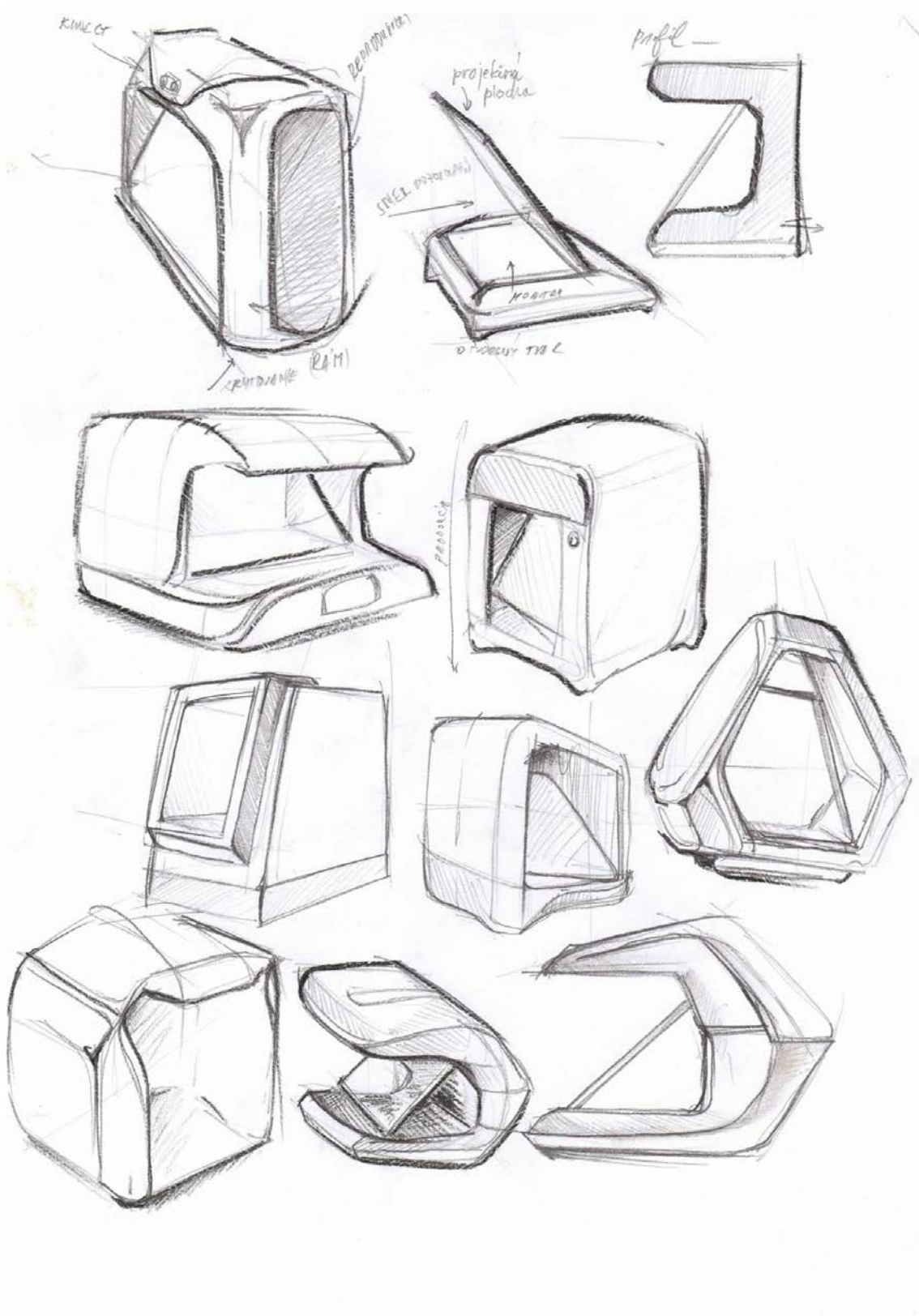
Fáza navrhovania

Vo fáze navrhovania boli spracované rôzne varianty tvarových riešení vizualizačného systému. V procese navrhovania vznikol rad kresbových variant, ktorých výber je možné vidieť na nasledujúcich obr. 79 až 82.

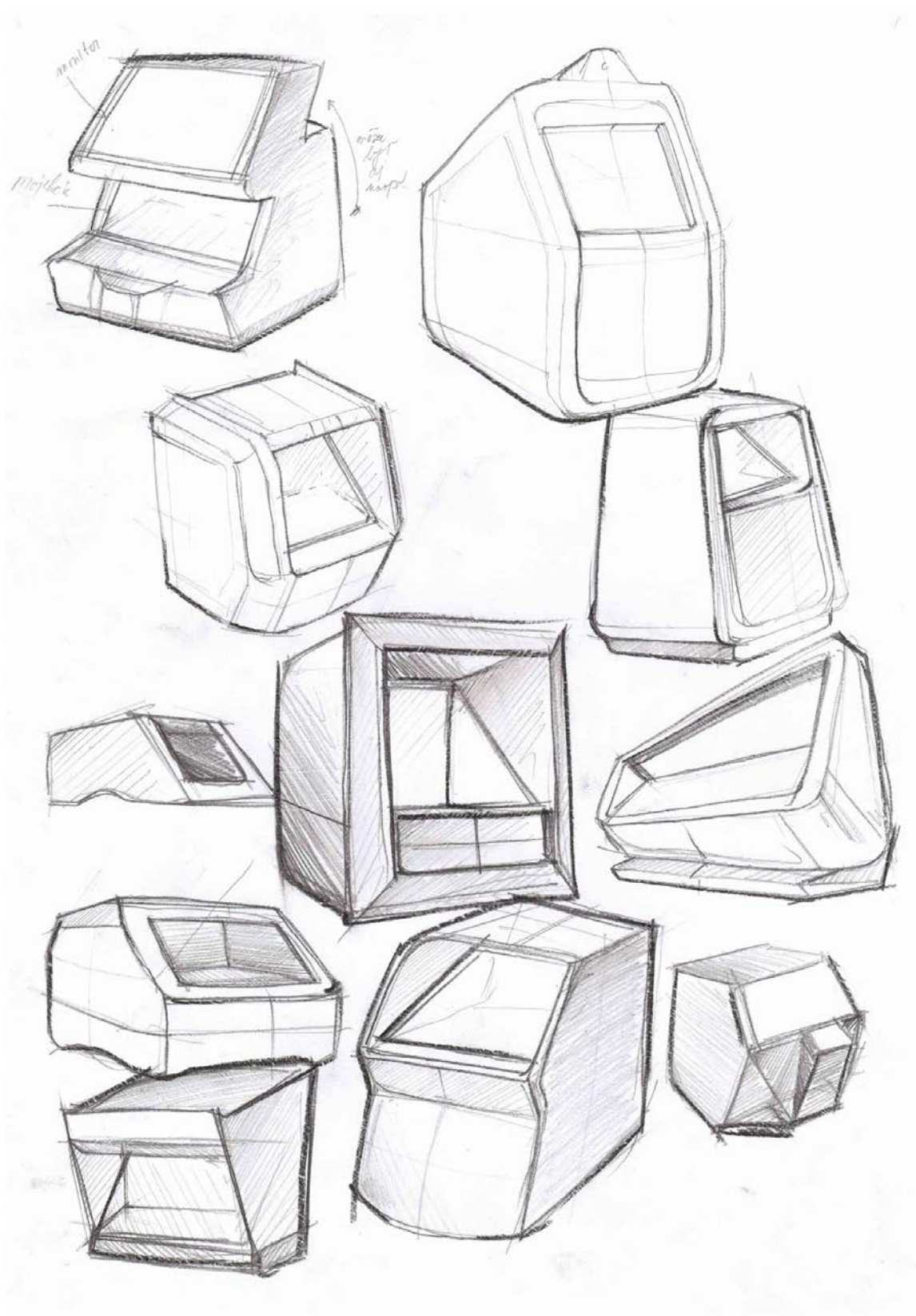
V procese navrhovania som experimentoval s proporčnými vzťahmi, rozpracovával som rôzne možnosti konštrukčných riešení. Navrhovacia fáza slúžila pre generovanie nápadov, preskúmanie možností spracovania problematiky. Boli rozpracovávané aj rôzne geometrické formy, ktoré by mohli byť použiteľné pre design vizualizačného systému. Skice boli analyzované a poslúžili ako podklad pre ďalšie spracovanie v prostredí 3D modelovania, kde boli jednotlivé vybrané varianty spracovávané.



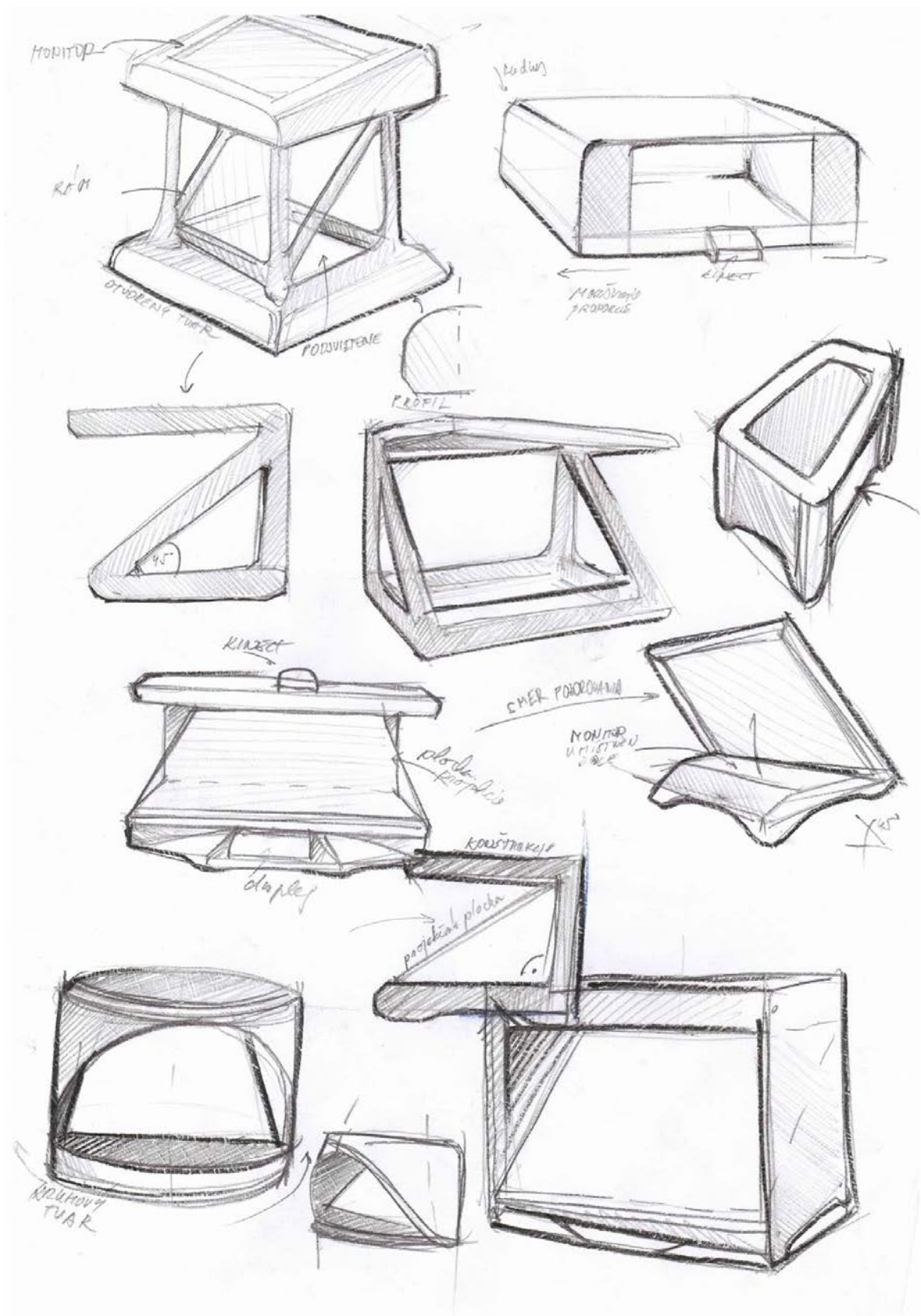
Obr. 79: Rozpracovanie návrhov č. 1



Obr. 80: Rozpracovanie návrhov č. 2



Obr. 81: Rozpracovanie návrhov č. 3



Obr. 82: Rozpracovanie návrhov č. 4

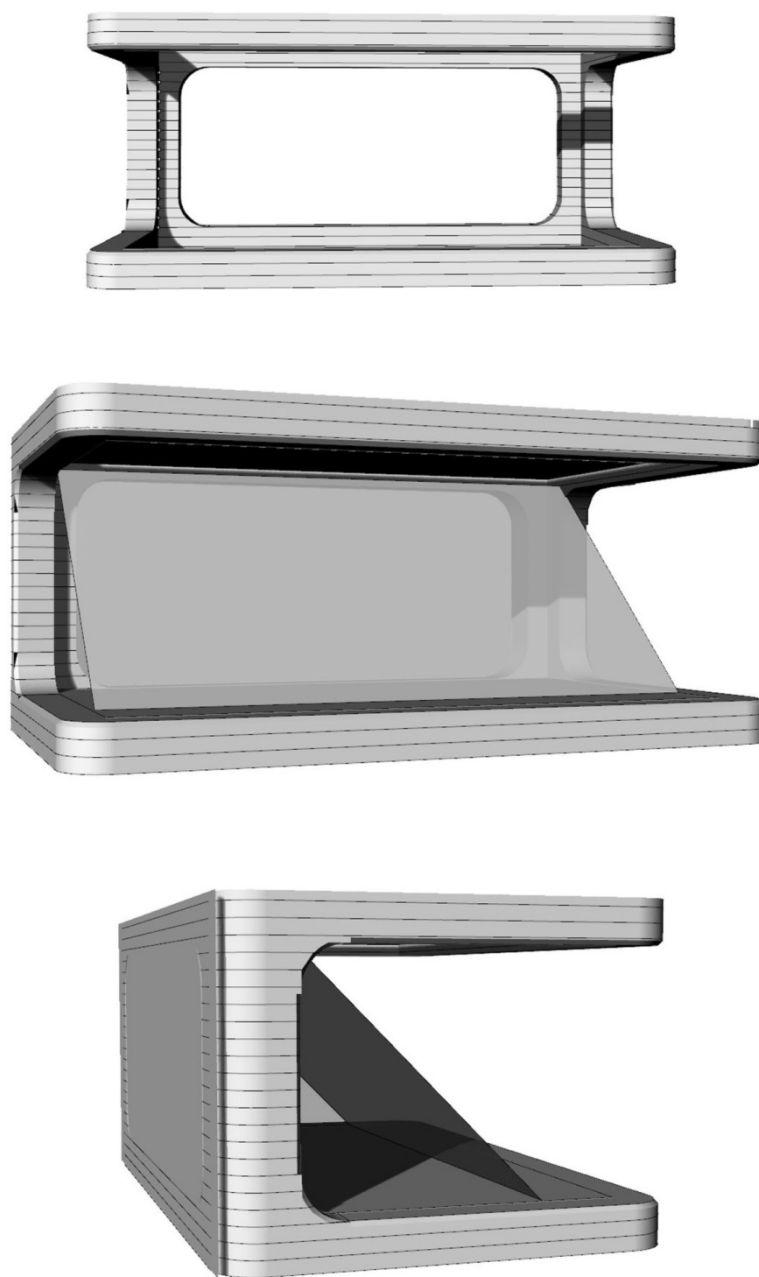
Fáza 3D modelovania

V tejto fáze som ešte stále pracoval s viacerými vybranými kresbovými variantmi, ktoré som následne rozpracovával vo fáze 3D modelovania. 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. Ešte v tejto fáze modelovania som stále experimentoval s rozličnými tvarovými možnosťami a vymodeloval som viac riešení, aby som ich mohol navzájom medzi sebou porovnávať a na základe subjektívneho vkusu vybrať najvhodnejšie tvarové riešenie. Tým, že bolo vytvorených viac modelov, demonštrujem zároveň viac tvarových variant, z ktorých by v podstate každá mohla slúžiť k vytvoreniu prototypu.

Vybrané 3D modely sú znázornené na nasledujúcich obrázkoch, ktoré sú náhľadmi vybraných variant z modelovacieho prostredia programu Rhinoceros 5. Jednotlivé obrázky vybraných variant sú na obr. 83 až 88.

Na obr. 83 je spracovaný variant, ktorý má bočné steny úplne otvorené, vznikol tak v podstate konštrukčný rám, ktorý pôsobí dynamickým dojmom. Na obrázku sú znázornené rôzne pohľady rovnakého modelu. V hornej časti obrázka je znázornená iba konštrukcia bez premietacej plochy a bez krytovania zadnej časti. Ostatné pohľady sú už aj so zadnou stenou a premietacou plochou. Vo vrchnej časti modelu je zakomponovaný monitor a elektronika je umiestnené v spodnej časti modelu.

Na obr. 84 je veľmi podobná koncepcia ako na obr. 83 s tým rozdielom, že sú pridané spevňovacie bočnice, ktoré slúžia aj ako podpora pre premietaciu plochu a spevňujú konštrukciu zariadenia. Toto riešenie by bolo vhodné v prípade použitia ťažšieho displeja, alebo v prípade potreby väčšej premietacej plochy. V tomto prípade by bolo možné do hornej časti zakomponovať aj celú elektroniku zariadenia. V dolnej časti obrázka je znázornené zakrytie aj bočných strán, čo je využiteľné v prípade zlých svetelných podmienok. V prípade modelu na obr. 83 toto konštrukcia neumožňuje. Na strednej časti obr. 84 zabudovaný senzor, ktorý je možné použiť ako alternatívny variant interakcie.



Obr. 83: Rozpracovanie 3D modelov č. 1



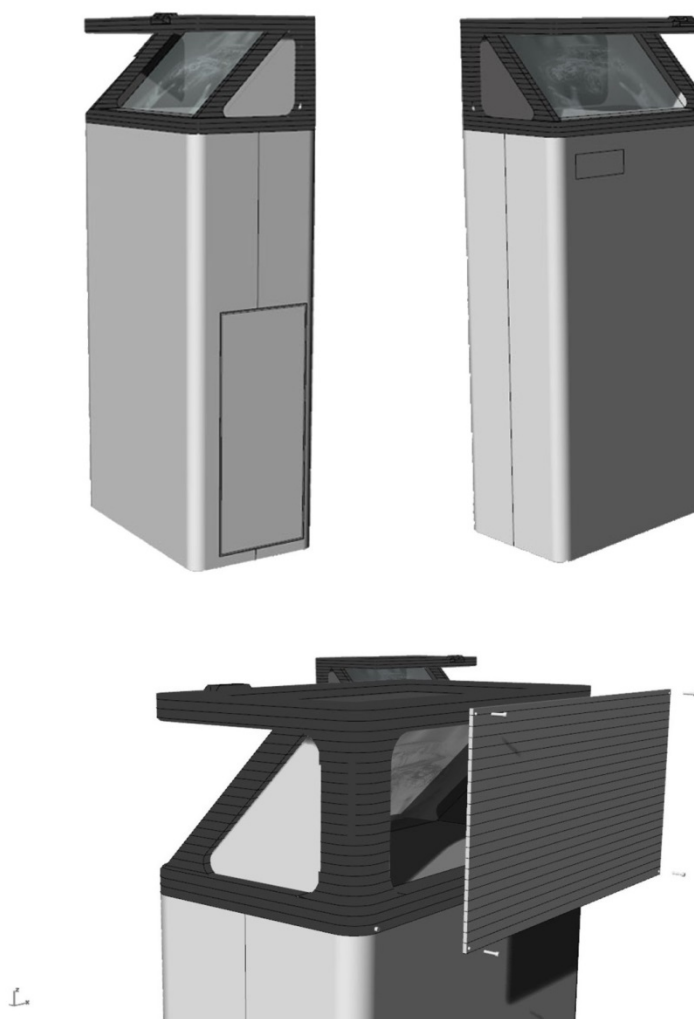
Obr. 84: Rozpracovanie 3D modelov č. 2

Na obr. 85 sú rozpracovávané variantné možnosti umiestnenia senzora, ktorý môže byť umiestnený v hornej alebo spodnej časti, takisto som skúmal vizuálnu stránku modelu pri umiestnení na stred alebo asymetricky.



Obr. 85: Rozpracovanie 3D modelov č. 3

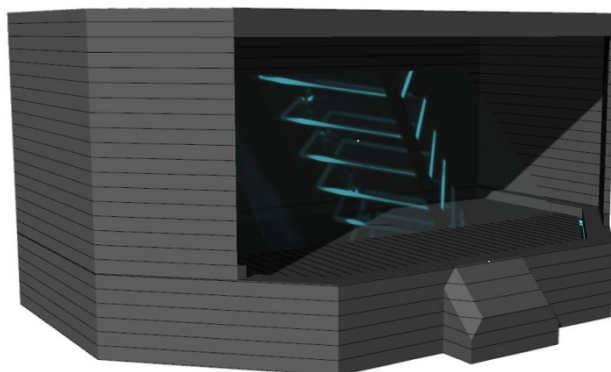
Na obr. 86 je rozpracovávaná kiosková verzia zariadenia, ktoré by takýmto spôsobom mohlo byť umiestnené ako samostatne stojace v priestore. V tomto prípade by elektronika bola umiestnená v tele stojana a bolo by možné zabudovať aj viac elektronických prvkov ovládania. Na tele stojana sú znázornené revízne dvierka, ktoré by slúžili na revíziu elektroniky, prípadne servis zariadenia. V spodnej časti obrázka je znázornená možnosť otvorenia zadného krytu prístroja, pomocou ktorého je možné vkladať do priestoru projekcie reálny objekt, ktorý môže byť následne augmentovaný.



Obr. 86: Rozpracovanie 3D modelov č. 4

Na obr. 87 je znázornený model, ktorý vychádza z nepravidelnej šesťuholníkovej podstavy. Skosenie hrán bolo navrhnuté pre potreby

zabudovania reproduktorov, v prednej spodnej časti sa nachádza prvok, ktorý by mohol slúžiť na umiestnenie senzora a jednoduchého ovládacieho displeja. Toto riešenie nepovažujem sa tvarovo úplne vhodné, čo sa mi preukázalo až pri vymodelovaní a preskúmaní daného variantu, preto som sa ďalej tomuto variantu ani nevenoval.

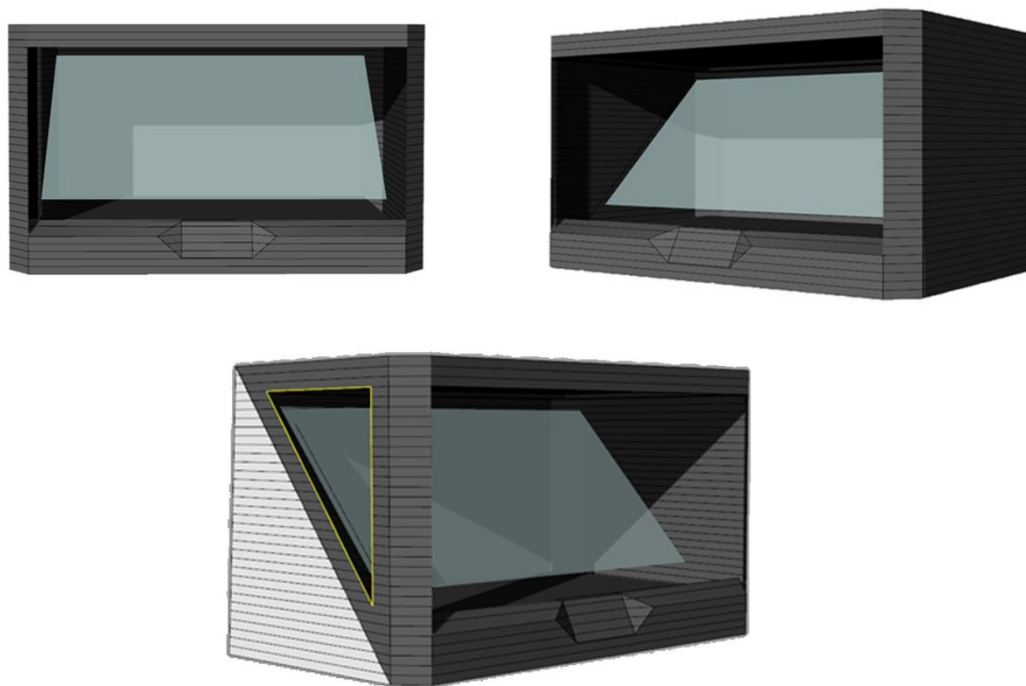


Obr. 87: Rozpracovanie 3D modelov č. 5

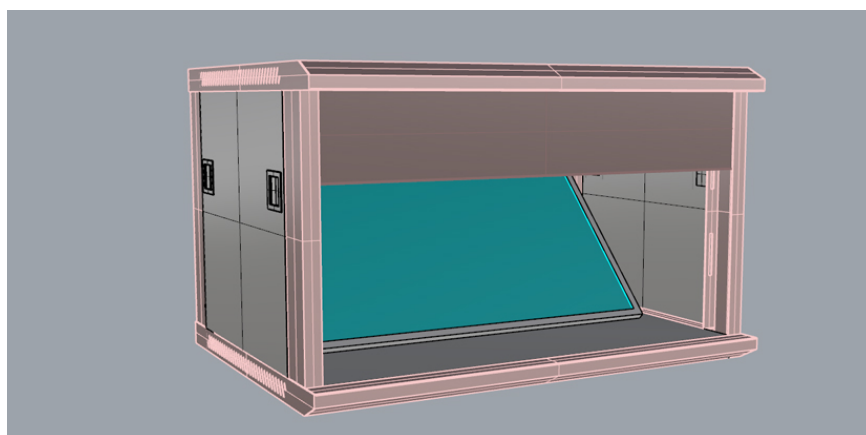
Na obr. 88 je rozpracovávaný variant, ktorý je tvarovo strohý, vychádza z tvaru kvádra so skosenými bočnými hranami, ale pre potreby vizualizačného zariadenia dostatočne vyhovuje, čo bolo overené aj pri analýze prototypu II. Jedná sa o technické zariadenie, na ktorého estetiku nie sú kladené také nároky ako pri úžitkových predmetoch, musí byť využiteľné pre rad rôznych príležitostí. Z toho dôvodu by malo byť vizuálne univerzálne a nemalo by rušiť ostatné prvky v interiéri. Pri tomto návrhu bolo experimentované s výrezmi umiestnenými na bočných stranách, príklad je uvedený v spodnej časti obrázka. V dolnej časti sa nachádza výrez umiestnený v ráme, ktorý slúži pre zakomponovanie ovládacieho prvku, prípadne senzora. Tento variant bol ďalej rozpracovávaný.

Ďalším krokom – obr. 89 bolo experimentovanie s formou vizualizačného zariadenia, v ktorom boli zohľadňované už aj konštrukčné riešenia. Z dôvodu potreby vetrania hardvérových prvkov boli skosené predné vodorovné hrany, do ktorých bolo nutné zakomponovať vetracie otvory. Zároveň boli vetracie otvory zakomponované aj do bočných plôch. V tomto návrhu bola pozorovacia plocha zmenšená z dôvodu potreby prekrytia technických prvkov, ako je

monitor, zdroj, procesor a pod. Na oboch bočných stranách sú zároveň zakomponované montážne dvierka, ktoré umožňujú prípadný servis, alebo vloženie predmetu za premietaciu plochu, čím sa dosiahne augmentovaná projekcia. V prípade potreby je možné dvierka úplne odstrániť, čím je možné pracovať so svetelnými podmienkami projekcie.



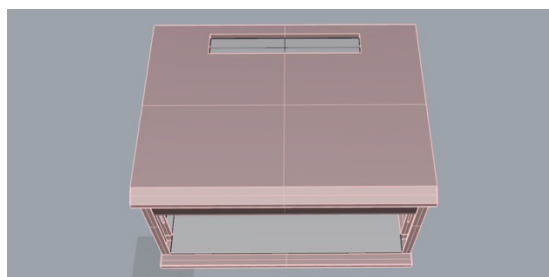
Obr. 88: Rozpracovanie 3D modelov č. 6



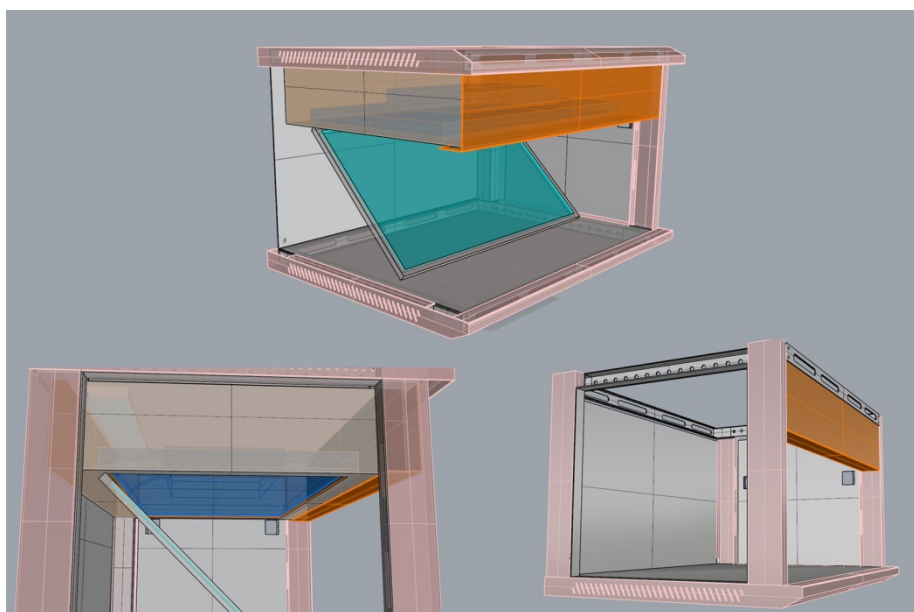
Obr. 89: Rozpracovanie 3D modelu č. 7

V modeli na obr. 89 bola aj zadná stena navrhnutá tak, aby ju bolo možné odstrániť z dôvodu vytvárania hlbšieho priestorového efektu podporeného okolitým prostredím. V prípade zavretej zadnej steny projekcia pôsobí tmavším dojmom a stena býva zavretá vtedy, ak sú nevyhovujúce svetelné podmienky.

V hornej časti krytu na obr. 90 bolo experimentované so zapustenou plochou, v ktorej by boli umiestnené ovládacie prvky ako napr. tlačidlá na zapnutie, zvýšenie jas, menu, USB port a ďalšie. Na obr. 91 je znázornené rozpracovanie konštrukčných prvkov zariadenia.

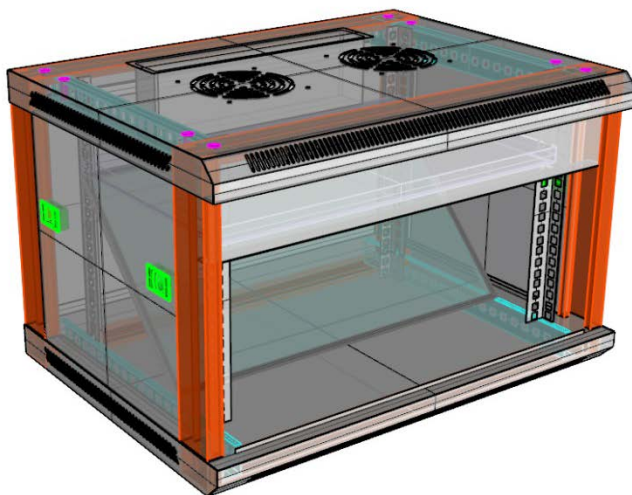


Obr. 90: Experimentovanie s ovládacím panelom

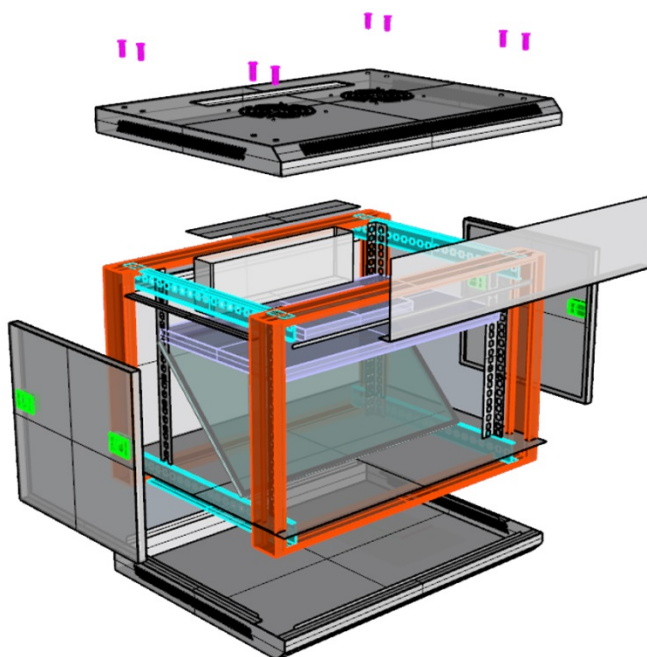


Obr. 91: Rozpracovanie konštrukčného riešenia

Návrh finálneho riešenia je na obr. 92. Zmeny oproti predchádzajúcemu modelu bolo nutné vykonať z konštrukčných dôvodov, ako aj pomerne vysokej hmotnosti technických zariadení umiestnených v hornej časti. Boli pridané nosné prvky, ktoré zabezpečujú mechanickú pevnosť zariadenia a zároveň slúžia pre uchytenie monitora, reflexnej plochy a ostatného hardvéru. Do vrchnej časti sú pridané vetracie otvory, za ktorými v zadnej časti sa nachádza plocha pre umiestnenie ovládacích prvkov.



Obr. 92: 3D model finálneho riešenia



Obr. 93: Rozloženie 3D modelu finálneho riešenia

Na obr. 93 je znázornené rozložené zobrazenie (exploded view) vizualizačného zariadenia. Oranžovou farbou sú vykreslené hlavné nosné prvky, modrou spojovacie nosníky, šedou farbou je znázornené krytovanie, bledofialovou monitor, magentou skrutky. Zelené plochy v bočných stenách predstavujú plastové otváracie prvky. Nad monitorom v plechovej skrinke blede šedej farby sú umiestnené priechodky s elektroinštaláciou a ovládacími prvkami. Zobrazovacia plocha v ráme pod monitorom je umiestnená pod 45 stupňovým uhlom.

Na obr. 94 je vizualizácia finálneho riešenia 3D modelu. V spodnej časti je umiestnený LED diódový pás, ktorý vizuálne podporuje efekt pseudo-holografickej projekcie. Vo finálnom modeli je využitá jedna farba pre podsvietenie, v koncepte je však možné využiť RGB pás, ktorý umožní využitie rôznych farieb a menenie intenzity svetla. Bolo by možné farbu podsvietenia meniť identicky alebo kontrastne s farbou projekcie.



Obr. 94: Vizualizácia finálneho 3D modelu č. 1

Na obr. 95 je znázornený obraz na monitore a jeho lom na odrazovej ploche, ktorým je vytvorená ilúzia holografickej projekcie.



Obr. 95: Vizualizácia finálneho 3D modelu č. 2

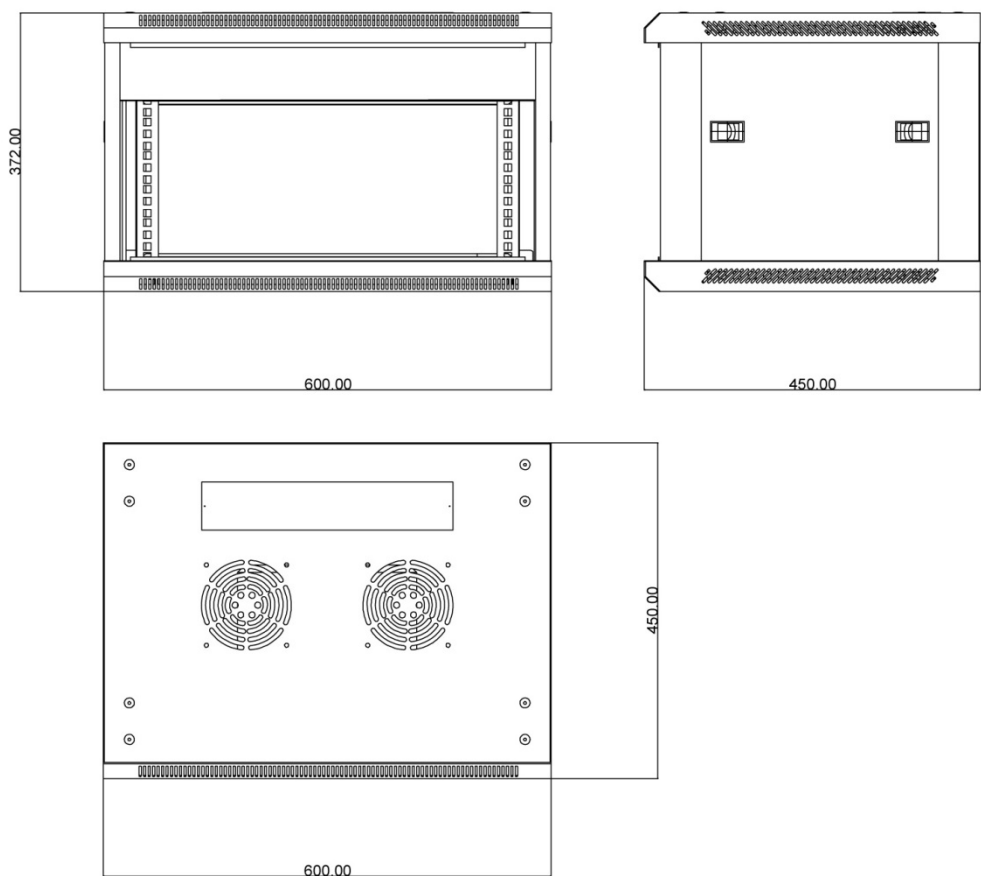
Na obr. 96 je znázornená ilúzia holografickej projekcie pri otvorenej bočnej stene a na obr. 97 je príklad projekcie pri otvorenej zadnej stene zariadenia.



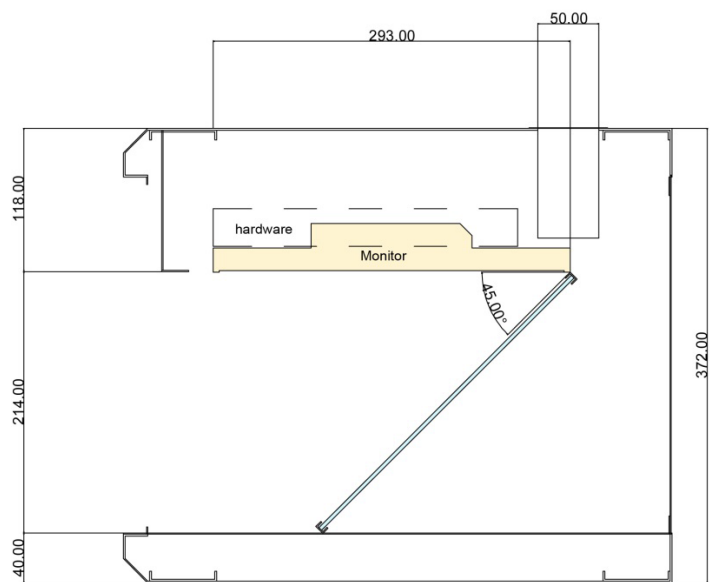
Obr. 96: Znázornenie projekcie pri otvorenej bočnej stene



Obr. 97: Znázornenie projekcie pri otvorenej zadnej stene



Obr. 98: Rozmery vizualizačného zariadenia



Obr. 99: Rez zariadením s rozmermi

Fáza výroby prototypu

Výrobu finálneho prototypu mi umožnila spoločnosť ENVItech s.r.o, ktorá sa zaoberá výrobou laboratórnych prístrojov a mobilných meracích staníc pre meranie čistoty ovzdušia a disponuje vhodnými technickými prostriedkami, ktoré umožnili realizáciu prototypu.

Zariadenie bolo vyrábané kombinovanou technológiou CNC ohýbania a ohraňovania ocele, CNC laserovým rezaním a automatizovaným zvaraním. Vonkajší plášť zariadenia je vyrobený z ocele valcovanej za studena na hrúbku 1,2 mm, ktorá bola povrchovo upravovaná odmastením, leptaním a nástrekom čiernou práškovou farbou RAL 9004. Konštrukčné prvky ako nosníky a spojovacie diely boli vyrobené tou istou technológiou z ocele hrúbky 1,5 mm. Otvory boli realizované pomocou CNC rezania laserom. Diely boli ohýbané pomocou CNC ohýbania a ohraňovania. Ďalšia montáž, vloženie zobrazovacej plochy, displeja a doplnenie elektrotechnických prvkov boli realizované ručne.

Obr. 100 znázorňuje fixáciu monitora na konštrukciu v hornej (hardvérovej) časti zariadenia. Bol použitý typ monitora LCD 22" TFT Philips 221S, ktorý je popísaný na obr. 73. Monitor obsahuje samostatný zdroj, ktorý bol prepojený s externým zdrojom 12V/DC zabezpečujúcim napájanie všetkých hardvérových súčastí. Monitor je orientovaný vrchnou hranou v zadnej časti zariadenia a otočený displejom k dnu. Výstup monitora je DVI konektor, ktorý je napojený do matičnej dosky. Displej bol zbavený plastových častí.



Obr. 100: Fixácia displeja

Nad monitorom je umiestnený plošný spoj matičnej dosky, ktorý je uchytený na monitor prostredníctvom skrutiek. Šírka matičnej dosky je 220 mm, výška 270 mm a hrúbka 25 mm. Matičná doska obsahuje grafickú kartu, procesor, chladenie, harddisk, atď.



Obr. 101: Znáznornenie matičnej dosky a jej umiestnenie v zariadení

Na ľavej strane obr. 102 je znázornené revízne okno, ktoré bolo navrhnuté pre potreby prepojenia elektroinštalčných prvkov zariadenia a ich prípadný servis, na pravej strane je znázornený kryt okna s kolískovým vypínačom. Spájanie zariadení (monitor, zdroj 12 V/DC, LED pás, atď.) je realizované pomocou WAGO svorkovnic vo vymedzenom zapustenom priestore, ktorý je určený pre účely elektroinštalácie zariadenia.



Obr. 102: Revízne okno a kryt elektroinštalácie

Napájanie zariadenia je riešené cez vstupnú panelovú zásuvku 230V/AC. Zariadenie je uzemnené zeleno žltým PE vodičom. Zdroj je pripravený na

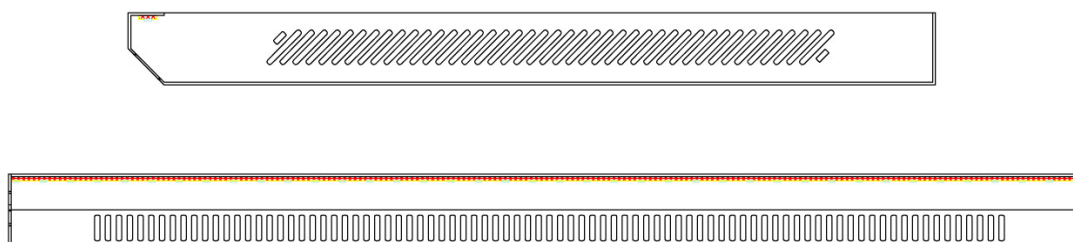
napájanie hardvérových súčastí ako je napríklad chladenie, procesor, grafická karta, atď. V zadnej časti krytu je vyvedený DVI konektor pre potrebu napojenia externej obrazovky, napájací konektor a USB konektor.



Obr. 103: Zadná strana zariadenia s konektormi

Káble prechádzajú z priestoru v hardvérovej časti do vymedzujúceho priestoru elektroinštalácie plechovej skrinky pomocou PVC priechodiek.

LED diódový pás je nalepený na vrchnú hranu spodného krytu. Tým bola vytvorená difúzia viditeľná cez perforáciu umiestnenú v bočných hranách spodného krytovania. LED pás je vypínaný kolískovým vypínačom na vrchnom paneli. V koncepte je možnosť stmievania LED pásu, prípadne voliteľné RGB podsvietenie a menenie intenzity jasu realizované pomocou deamera (stmievača). Ovládanie by bolo možné umiestniť do vrchného panela obsahujúceho vypínač. Na obr. 104 je znázornené umiestnenie LED diódového pásu, ktorý je znázornený oranžovou farbou.

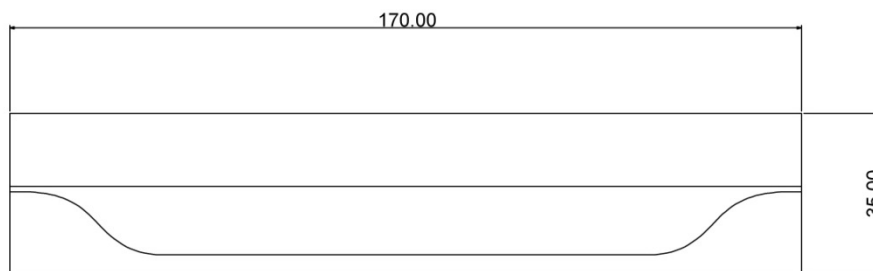


Obr. 104: Umiestnenie LED pásu

V prednej časti panela (obr. 105) bol umiestnený ovládací prvok displeja, ktorý umožňuje vypnutie, zapnutie, zmenu intenzity jasu, ovládanie hlasitosti reproduktorov a doplnujúce funkcie. Na panel bolo aplikované logo.



Obr. 105: Ovládací panel displeja



Obr. 106: Rozmery ovládacieho panela

Popis matičnej dosky zariadenia:

Typ procesora: Intel Core i3, frekvencia 2,0 GHz

Kapacita pamäti: 4GB x 1 2400MHz DDR4

Typ disku: HDD (kapacita 1000GB)

Rozhrania: VGA, DVI

Grafická karta: Intel HD 520

Doplňujúca výbava: Wi-fi, Bluetooth

Softvérová výbava vizualizačného zariadenia:

Operačný systém zariadenia: Windows 10 Professional

Program, ktorý zabezpečuje interakciu zariadenia, bol realizovaný pomocou softvéru VVVV verzia 50beta_x86. Program, ktorý bol vytvorený pre potrebu vizualizačného zariadenia je schematicky popísaný na obr. 75. Pre interaktivitu je využité zariadenie Wii, ktorého technická špecifikácia je na obr. 74 a bolo využité aj pre potreby interaktivity prototypu II. Pre správne fungovanie interaktívnej projekcie bolo potrebné integrovať nasledovné softvérové súčasti: Direct X 9c June 2010, .Net 4.6, Visual C++ Runtime 2008 ServicePack1, Visual C++ Runtime 2010 ServicePack1, Visual C++ Runtime 2012 ServicePack1, Visual C++ Runtime 2013, Visual C++ Runtime 2015.

Na nasledujúcich obrázkoch sú fotografické výstupy fyzického finálneho prototypu vizualizačného zariadenia.



Obr. 107: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pohľad spredu



Obr. 108: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – celkový pohľad



Obr. 109: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pohľad zo zadnej strany



Obr. 110: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pseudo - holografická projekcia



Obr. 111: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pseudo - holografická projekcia č. 2



Obr. 112: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pseudo - holografická projekcia č. 3 pri otvorených bočných stenách

V koncepte je navrhované riešenie zahŕňajúce interakciu s využitím zariadenia Kinect, ktoré je možné zabudovať do prednej časti zariadenia. Riešenie je znázornené na obr. 113, zariadenie Kinect je zabudované v pravej časti panelu. Na obrázku sú viditeľné senzory snímajúce pohyb užívateľa. Tým by vznikla kombinovaná varianta, ktorá by umožňovala používanie rôznych typov interakcie.

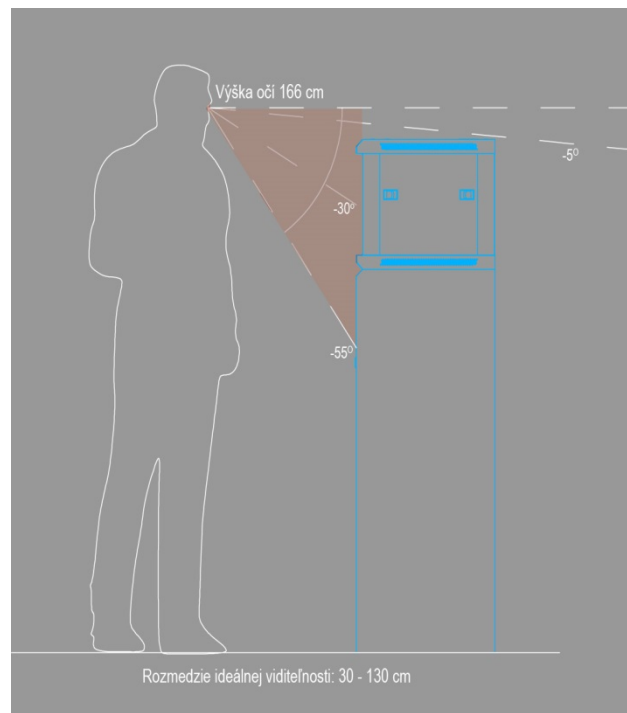


Obr. 113: Koncept aplikácie zariadenia Kinect

V koncepte bola rozpracovaná aj stojanová verzia vizualizačného zariadenia. Stojan vychádza zo striedmeho tvarového riešenia zariadenia. V prednej časti stojana sú umiestnené uzamykateľné dvierka z dôvodu možnosti využitia stojana k rôznym účelom.



Obr. 114: Stojanová verzia vizualizačného zariadenia



Obr. 115: Znáročenie ideálnej viditeľnosti projekcie stojanovej verzie

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 vlastne už v tejto časti dá čiastočne pochopiť, ako tento rozvoj vplýval na proces tvorby designu.

V ďalšej kapitole teoretickej časti som sa venoval jednotlivým krokom procesu tvorby designu. Jednotlivé kroky sú podrobne popísané z pohľadu procesu ako takého. V každej samostatnej časti, ako napr. kresba, modelovanie a pod. je analyzované, ako sa daný krok procesu tvorby designu vykonával tradičnými spôsobmi a aký vplyv na jednotlivé kroky procesu tvorby designu majú 3D technológie. Samostatnú rozsiahlu kapitolu tvorí už konkrétny popis jednotlivých 3D technológií, v ktorej sa venujem princípom technológie, rozdelením podľa rôznych hľadísk napr. je podrobne členená technológia 3D tlačiarňí, skenerov, atď. 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 zariadenia, umožňujúce interakciu, ktoré je možné využiť pri komunikácii aj prezentácii. V procese tvorby zobrazovacieho zariadenia som prechádzal rôznymi koncepciami, experimentoval som s rôznymi spôsobmi

riešenia. Aj keď som súčasne pracoval s rôznymi koncepciami, v práci sú zoradené postupne chronologicky. Na základe jedného riešenia a hodnotenia daného riešenia vznikali ďalšie varianty, možnosti. Výsledkom boli 3 koncepcie (3 fázy), ktoré boli zavŕšené vytvorením 3 prototypov, ktoré sú podrobne popísané v praktickej časti práce.

V prvých dvoch fázach som sa zameriaval hlavne na funkcionality zariadenia, na overovanie niektorých možností, experimentoval som so zobrazovaním, možnosťami vytvárania interaktívnych vizualizácií. Až po dosiahnutí požadovaných vlastností som sa zameral na design vizualizačného zariadenia, ktorého výsledkom je vytvorenie finálneho riešenia prototypu III.

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
- [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
- [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: Vicroria 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 deigner (online). © 2013 [cit. 05.05.2017] Dostupne z: 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

[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

[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.

MORRIS, Richard. The fundamentals of product design. Lausanne: AVA, c2007. AVA fundamentals. ISBN 978-294-0373-178.

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.

MONGEON, Bridgette a Fumio. OKANO. 3D technology in fine art and craft: exploring 3D printing, scanning, sculpting and milling. 4th ed. New York: Focal Press, 2016. AVA fundamentals. ISBN 978-1138844339.

LEE, Kunwoo. a Fumio. OKANO. Principles of CAD/CAM/CAE systems: exploring 3D printing, scanning, sculpting and milling. 4th ed. Reading, Mass.: Addison-Wesley, c1999. AVA fundamentals. ISBN 978-0201380361.

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.

AUKSTAKALNIS Steve, BLATNER David. Reálně o virtuální realitě umění a věda virtuální reality. Jota, 1994. ISBN 80-85617-41-2

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

Drbal, P.: Objektově orientované metodiky a technologie- díl 2. Design, dokumentace a porovnávání. Skriptum VŠE- Fakulta informatiky a statistiky Praha, 1997, ISBN 80-7079-740-1

FLAŠAR Martin, HORÁKOVÁ Jana, MACEK Petr a kol. Umění a nová média. Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5639-8

Lars Spuybroek, The Architecture of Variation, Thomas & Hudson Ltd, London 2009. ISBN 978-0-500-34257-2.

BOLOGNESE Don. Mastering The Computer For Design And Illustration. Watson- Guptill Publications, New York, 1988. ISBN 0-8230-3023-7

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

KULA, Daniel. Materiology. Ternaux, Elodie. Praha: Happy Materials s.r.o. 2012. ISBN 978-8026005384

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

Byars, M.: 100 designs- 100 years- Innovative designs of the 20th century. 1st ed. Céligny: Roto vision, 1999, ISBN 2-88046-442-0

BHASKARAN, Lakshmi. Podoby moderního designu. Praha: Slovart, 2007. ISBN 80-7209-864-0

BRAMSTON, Dave. Design výrobků: hledání inspirace. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2010, ISBN 978-80-251-2914-2.

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

ZOZNAM OBRÁZKOV

- Obr. 1: Vývoj digitálnych technológií*
- Obr. 2: Znázornenie pojmu dimenzie*
- Obr. 3: Digitálny / virtuálny / počítačový priestor*
- Obr. 4: Príklad stereogramu*
- Obr. 5: Lineárna perspektíva*
- Obr. 6: Paralaxa*
- Obr. 7: Atmosférická perspektíva*
- Obr. 8: Plasticita predmetu vytvorená tieňom*
- Obr. 9: Stereoskop*
- Obr. 10: Z histórie AutoCAD*
- Obr. 11: Prvá SLA 3D tlačiareň*
- Obr. 12: RepRap projekt*
- Obr. 13: Aplikácia 3D pera*
- Obr. 14: Dennis Gabor vysvetľuje princíp holografie*
- Obr. 15: Zovšeobecnená schéma designerskeho procesu*
- Obr. 16: Zodpovedajúcejšia schéma designerskeho procesu*
- Obr. 17: Ideová kresba*
- Obr. 18: Prieskumná kresba*
- Obr. 19: Vysvetľujúca kresba*
- Obr. 20: Presvedčivá kresba*
- Obr. 21: 3D modelovanie vo virtuálnom prostredí*
- Obr. 22: Prezentácia v zmiešanom prostredí*
- Obr. 23: NURBS 3D modelovanie*
- Obr. 24: Polygonálne 3D modelovanie*
- Obr. 25: Parametrické 3D modelovanie*
- Obr. 26: Kontaktný skener*
- Obr. 27: Bezkontaktný skener*
- Obr. 28: Kontaktný deštruktívny skener RE 1000*
- Obr. 29: Kontaktný skener CMM Wenzel*
- Obr. 30: Kontaktný skener s mechanickým ramenom*
- Obr. 31: Kontaktný skener s robotickým ramenom*
- Obr. 32: Bezkontaktný optický reflexívny skener*
- Obr. 33: Bezkontaktný laserový skener*
- Obr. 34: CAD dáta získané z akustického skenera*
- Obr. 35: Skener využívajúci štruktúrované svetlo*
- Obr. 36: Magnetický bezkontaktný skener*
- Obr. 37: Transmisívny bezkontaktný skener*
- Obr. 38: Príklad využitia 3D fotogrametrie*

Obr. 39: Príklad subtraktívneho RP
Obr. 40: Príklad aditívneho RP
Obr. 41: Stereolitografia
Obr. 42: SLS
Obr. 43: DMLS
Obr. 44: EBM
Obr. 45: Model vytvorený pomocou Inkjet head
Obr. 46: FDM
Obr. 47: Model vytvorený pomocou LOM
Obr. 48: Polyjet Matrix
Obr. 49: Model vytvorený pomocou Binder Jetting
Obr. 50: DLP
Obr. 51: Haptické zobrazovacie zariadenie Fujitsu
Obr. 52: Príklad zariadenie HMD
Obr. 53: CAVE systém
Obr. 54: Rozšírená realita
Obr. 55: Zobrazenie zmiešanej reality
Obr. 56: Príklad využitia zmiešanej reality
Obr. 57: Spektrum zmiešanej reality
Obr. 58: Zariadenia zmiešanej reality
Obr. 59: Haptická kybernetická rukavica
Obr. 60: Príklad práce vo virtuálnej realite
Obr. 61: Volumetrická zobrazovacia technológia
Obr. 62: Nastavenie kamery v programe 3DStudio MAX
Obr. 63: Ukážka snímky stereoskopickej projekcie pre ľavé a pravé oko
Obr. 64: Schéma fungovania vizualizačného zariadenia
Obr. 65: Schéma zostavy prototypu I
Obr. 66: Interaktívny vizualizačný systém
Obr. 67: Technické parametre zariadenia Kinect
Obr. 68: Schéma navrhnutého programu použitého vo vizualizačnom systéme
Obr. 69: Interaktívna holografia
Obr. 70: Interaktívna holografia
Obr. 71: Interaktívna holografia
Obr. 72: Schéma zostavy prototypu II
Obr. 73: Technická špecifikácia monitoru LCD 22" TFT Philips 221S
Obr. 74: Technická špecifikácia ovládača Nintendo Wii Remote Controller Plus
Obr. 75: Schéma navrhnutého programu pre prototyp II a III
Obr. 76: Prototyp II
Obr. 77: Moodboard
Obr. 78: Mindmap (Myšlienková mapa)

- Obr. 79: Rozpracovanie návrhov č. 1*
Obr. 80: Rozpracovanie návrhov č. 2
Obr. 81: Rozpracovanie návrhov č. 3
Obr. 82: Rozpracovanie návrhov č. 4
Obr. 83: Rozpracovanie 3D modelov č. 1
Obr. 84: Rozpracovanie 3D modelov č. 2
Obr. 85: Rozpracovanie 3D modelov č. 3
Obr. 86: Rozpracovanie 3D modelov č. 4
Obr. 87: Rozpracovanie 3D modelov č. 5
Obr. 88: Rozpracovanie 3D modelov č. 6
Obr. 89: Rozpracovanie 3D modelu č. 7
Obr. 90: Experimentovanie s ovládacím panelom
Obr. 91: Rozpracovanie konštrukčného riešenia
Obr. 92: 3D model finálneho riešenia
Obr. 93: Rozloženie 3D modelu finálneho riešenia
Obr. 94: Vizualizácia finálneho 3D modelu č. 1
Obr. 95: Vizualizácia finálneho 3D modelu č. 2
Obr. 96: Znázornenie projekcie pri otvorenej bočnej stene
Obr. 97: Znázornenie projekcie pri otvorenej zadnej stene
Obr. 98: Rozmery vizualizačného zariadenia
Obr. 99: Rez zariadením s rozmermi
Obr. 100: Fixácia displeja
Obr. 101: Znázornenie matičnej dosky a jej umiestnenie v zariadení
Obr. 102: Revízne okno a kryt elektroinštalácie
Obr. 103: Zadná strana zariadenia s konektormi
Obr. 104: Umiestnenie LED pásu
Obr. 105: Ovládací panel displeja
Obr. 106: Rozmery ovládacieho panela
Obr. 107: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pohľad spredu
Obr. 108: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – celkový pohľad
Obr. 109: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pohľad zo zadnej strany
Obr. 110: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pseudo - holografická projekcia
Obr. 111: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pseudo - holografická projekcia č. 2
Obr. 112: Finálne riešenie vizualizačného zariadenia – pseudo - holografická projekcia č. 3 pri otvorených bočných stenách
Obr. 113: Koncept aplikácie zariadenia Kinect
Obr. 114: Stojanová verzia vizualizačného zariadenia
Obr. 115: Znázornenie ideálnej viditeľnosti projekcie stojanovej verzie

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

- 2D - dvojdimenzionálny, dvojrozmerný
3D - trojdimenzionálny, trojrozmerný
4D - štvordimenzionálny, štvorrozmerný
ABS - akrylonitril-butadién-styrénu - akrylonitrilbutadiénstyrén
AM - additive manufacturing – aditívna výroba
APD - ateliér produktového designu
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
CAVE - cave automatic virtual environment - automatické virtuálne prostredie
CCD - charge coupled device - snímacie zariadenie
CG - computer graphic effects - počítačové grafické efekty
CMM - coordinate measuring machine - typ skeneru
CNC - computer numerical control - počítačom riadený stroj
CPS - cyber-physical systems - kyberneticko-fyzikálne systémy
CRT - Cathode Ray Tube - katódova trubica – typ obrazovky
DC - direct current - jednosmerný prúd
DDR - double data rate - pamäť PC
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
GB - Giga byte - gigabajt
GHz - Giga Hertz - jednotka frekvencie

HCI - human computer interaction - interakcia človeka s počítačom
HDD - hard disk drive - pevný disk PC
HDRI - high dynamic range imaging - vysokodynamický rozsah zobrazenia
HIPS - high-impact polystyrén - termoplast
HMD - head mounted displays - prilby na osobnú projekciu
IMAX 3D - Image MAX imum 3D - maximum obrazu - veľkorozmerový kinematografický systém
LCD - Liquid Crystal Display - displej z tekutých kryštálov
LED - Light Emitting Diode - elektroluminiscenčná dióda
LOM - laminated object manufacturing) - technológia 3D tlače
MHz - Mega Hertz - jednotka frekvencie
MR - mixed realit - zmiešaná realita
napr. - napríklad
NURBS - Non-uniform rational basis spline - matematický model používaný v počítačovej grafike
PC - personal computer - osobný počítač
PC - polykarbonát - termoplast
PE - polyetylén
PLA – polyaktit - polymér kyseliny mliečnej
PLM - product lifecycle management - riadenie životného cyklu produktu
PVC - polyvinyl chlorid
RAL - ReichsAusschuss fuer Lieferbedingungen - Ríšsky výbor pre dodacie podmienky
RE - reverse engineering - reverzné inžinierstvo
RGB - red, green, blue - červená, zelená, modrá
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
TV - television - televízia

UNIX - Uniplexed information and computing system - operačný systém

USB - Universal Serial Bus - univerzálna sériová zbernica

UTB - Univerzita Tomáše Bati

UV - ultraviolet - ultrafialové žiarenie

V - Volt - jednotka elektrického napätia

V/DC - prepäťová ochrana

VR - virtual reality - virtuálna realita

Wi-Fi - Wireless Fidelity - bezdrôtové pripojenie

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 ateliéru
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 meranie 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: ENVItech s.r.o. (spoločnosť zaoberajúca sa enviromentálnymi technológiami) – designér, propagátor produkcie

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 designérska 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 – Designérska 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
- účasť v komisiách SZS, prijímacích 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“ Průmyslový design – 17. Salón Architektu v Praze, Retrospektivní výstava – 15 let ateliéru Průmyslový design, Olomoucké dny 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 osvetľovacej 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 sympóziu HALA MERINA v Trenčíne – HAPTO 1 (interaktívna haptická zvuková inštalácia) – autor

2014 – sochárske sympóziu 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 sympóziu – 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 expozice
- 2015 – Prezentace autorských designérských projektů v Centru Polymerních Systémů UTB ve Zlíně – spoluautor expozice
- 2015 – Výstava APD ke slavnostnímu otevření Centra Polymerních Systémů UTB ve Zlíně – spoluautor expozice
- 2015 – Prague Design Week 2015 – Praha – vystavený design, spoluautor expozice, spoluorganizace výstavy, prezentace firmy MKEY s.r.o
- 2015 – Výstava designérských projektů studentů APD na veletrhu Mobitex 2015 – spoluorganizace výstavy
- 2016 – Czech Design Week 2016 – vystavený design, spoluautor expozice / 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

Proces tvorby designu s využitím 3D technologií

Influence of 3D technologies on process of creating design

Dizertačná práca

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

Sazba: autor

Publikácia neprešla jazykovou ani redakčnou úpravou.

Rok vydania 2018