



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN BRÝLÍ PRO VIRTUÁLNÍ REALITU

DESIGN OF VIRTUAL REALITY HEADSET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Blunár

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

| | |
|-------------------|--|
| Ústav: | Ústav konstruování |
| Student: | Jan Blunár |
| Studijní program: | Aplikované vědy v inženýrství |
| Studijní obor: | Průmyslový design ve strojírenství |
| Vedoucí práce: | akad. soch. Josef Sládek, ArtD. |
| Akademický rok: | 2017/18 |

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design brýlí pro virtuální realitu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o samostatný headset napojený na počítač nebo herní konzoli, vycházející z nejnovějších technologií pro navigaci, zvukový systém a zpětnou vazbu, nabízející jak rozhlížení se ve virtuální scéně, tak i pohyb v ní. Zařízení snímá 360° pohyb hlavy, s čímž souvisí význam fixace, umožňující uživateli pohodlně interagovat se simulovaným prostředím. Využití je zejména komerční pro hraní her, ale rozšiřují se též možnosti pro oblast cestování, vzdělávání a umění. Problémem většiny současných VR brýlí je výrazová těžkopádnost daná proporcemi, pojetí čelní plochy a kabeláž.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je koncepční design brýlí pro virtuální realitu pro cílovou skupinu herních nadšenců. Hlavní použitý materiál je plast, předpokládána je sériová výroba.

Díličí cíle bakalářské práce:

- identifikovat designérské trendy a charakteristické prvky současných brýlí pro VR,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a realizovatelnost návrhu,
- realizovat fyzický model brýlí v měřítku 1:1.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2018.pdf

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckopřmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem mé bakalářské práce je design brýlí pro virtuální realitu. Cílem je navrhnout produkt řešící problémy zjištěné u současných produktů především z ergonomického a technického hlediska. Kvůli rychle se vyvíjejícímu trhu bylo také nutno následovat trendy v tomto oboru.

Řešením bylo navrhnout brýle pro virtuální realitu s integrovaným bezdrátovým adaptérem, díky čemu se zařízení zbaví omezení souvisejících s přímým napojením kabelů. Tímto se produkt stává jedinečným na trhu.

Finální návrh splňuje ergonomické požadavky a respektuje technická omezení. Zároveň však využívá nejnovějších technologií a přistupuje k řešení s ohledem na rychlý vývoj trhu.

KLÍČOVÁ SLOVA

virtuální realita, VR headset, VR brýle, VR HMD, zrak

ABSTRACT

The topic of my bachelor thesis is the design of the virtual reality headset. The goal is to design a product that solves ergonomic and technical imperfections of currently existing products. Due to very fast development of the market it was important to follow new trends in this field.

The solution I designed is the virtual reality headset with integrated wireless adapter, that enables the device to operate without the restrictions of cables. This gives the product unique selling proposition.

Final design both meets ergonomic requirements and respects technical restrictions. At the same time, it uses the newest technology and approaches the solution with respect of fast development of the market.

KEYWORDS

virtual reality, VR headset, VR glasses, VR HMD, vision

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BLUNÁR, J. *Design brýlí pro virtuální realitu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 69 s. Vedoucí bakalářské práce akad. soch. Josef Sládek, ArtD..

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval především svému vedoucímu práce, panu akad. soch. Josefu Sládkovi, artD., za kvalitní přístup, cenné rady a pomoc s rozhodováním při mé bakalářské práci i při studiu. Také děkuji své rodině a přátelům za podporu, kterou jsem často potřeboval.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka, artD.. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ÚVOD | 13 |
| 2 | PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ | 14 |
| 2.1 | Designerská analýza | 14 |
| 2.1.1 | Historie virtuální reality | 14 |
| 2.1.2 | Dělení trhu | 16 |
| 2.1.3 | Produkty na trhu | 19 |
| 2.2 | Technická analýza | 23 |
| 2.2.1 | Kvalita obrazu | 23 |
| 2.2.2 | Snímání | 24 |
| 2.2.3 | Sensory | 27 |
| 2.2.4 | Napojení | 28 |
| 2.2.5 | Ostatní komponenty | 29 |
| 2.2.6 | Uchycení | 29 |
| 3 | ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE | 30 |
| 3.1 | Analýza problému | 30 |
| 3.2 | Cíl práce | 30 |
| 4 | VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU | 31 |
| 4.1 | Varianta I | 31 |
| 4.2 | Varianta II | 32 |
| 4.3 | Varianta III | 33 |
| 5 | TVAROVÉ ŘEŠENÍ | 34 |
| 5.1 | Kompoziční řešení | 34 |
| 5.2 | Segmenty | 36 |
| 5.2.1 | Čelní segment | 36 |
| 5.2.2 | Centrální segment | 41 |
| 5.2.3 | Bezdrátový adaptér | 42 |
| 5.2.4 | Zadní segment | 44 |
| 6 | KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ | 45 |
| 6.1 | Konstrukčně technologické řešení | 45 |
| 6.1.1 | Materiály | 46 |
| 6.1.2 | Výroba | 47 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.1.3 | Technologické součásti | 48 |
| 6.2 | Ergonomické řešení | 52 |
| 6.2.1 | Ovládací prvky | 53 |
| 6.2.2 | Ventilace | 55 |
| 7 | BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ | 56 |
| 7.1 | Barevné řešení | 56 |
| 7.2 | Grafické řešení | 57 |
| 7.2.1 | Logotyp | 57 |
| 7.2.2 | Produkt | 58 |
| 8 | DISKUZE | 59 |
| 8.1 | Psychologická funkce | 59 |
| 8.2 | Ekonomická funkce | 59 |
| 8.3 | Sociální funkce | 59 |
| 9 | ZÁVĚR | 60 |
| 10 | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 61 |
| 11 | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN | 64 |
| 12 | SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ | 65 |
| 13 | SEZNAM PŘÍLOH | 67 |

1 ÚVOD

Technologie se vyvíjí neustále rychleji a přináší sebou nové zážitky pro koncové uživatele. Od začátku tisíciletí můžeme zaznamenat značný krok vpřed v nejrůznějších odvětvích. Moderními objevy se pomalu posouváme do světa, který jsme kdysi mohli nazývat sci-fi. Jednou ze zdánlivě nových technologií, která se v posledních letech dostává mezi běžné produkty domácnosti, je virtuální realita, nabízející vysněné světy a jedinečný způsob vnímání informací.

Virtuální realita v současnosti zažívá svůj největší rozmach. Díky stále rychleji přibývajícím technologiím se vysokým tempem zlepšuje i celková kvalita zážitku z tohoto média. Celý obor směřuje k tzv. celkovému zanoření, které popisuje ideální stav, ve kterém je virtuální realita k nerozeznání od opravdové reality.

Virtuální realita je stále doménou především pro hráče počítačových her, vývojáře a vizionářské start-upy. Spektrum oborů, ve kterém nachází využití, se však neustále rozšiřuje, ať už jde o medicínu, inženýrství nebo výcvikové programy. V současnosti se trh každým rokem rozrůstá a dostávají se na něj nové produkty v různé kvalitě i cenové kategorii. [1]

Nejdůležitějším zařízením jsou brýle pro virtuální realitu, které působí především na zrak uživatele. Kromě toho však mohou také poskytovat integrovaná sluchátka, mikrofon nebo jiné funkce rozšiřující zážitek. Obecné označení pro toto zařízení je VR brýle, VR headset nebo VR HMD (head mounted display).

Společně s VR brýlemi existují další produkty prohlubující tento zážitek. Pokud pomineme zařízení související se samotnými brýlemi, jako jsou snímací kamery umožňující pohyb uživatele v prostoru, jedná se především o ruční ovladače. Ty nabízí uživateli interagovat s virtuálním světem a vyzdvihávají celý zážitek na další úroveň.

I přes rychlý vývoj trhu se pořád jedná o první generaci virtuální reality. To se sebou přináší jistá omezení. Současná úroveň virtuální reality čerpá z vyspělých technologií jednotlivých oborů, je však těmito technologiemi taky omezená. Představa o virtuální realitě budoucnosti se zatím dost liší od zážitku, který jsou schopny poskytnout produkty současnosti. I tak se však za pár posledních let vývoje tento trh posunul dopředu a získal velké množství uživatelů. Tento trend se stává čím dál rychlejším a virtuální realita je dostupnější čím dál více lidem. S přibývajícím počtem uživatelů také roste zájem technologických společností o získání co největšího podílu na trhu. Z toho vychází rychlý vývoj a vysoká konkurence snažící se definovat konkurenční výhodu, která by je postavila do čela oboru. [1]

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designerská analýza

2.1.1 Historie virtuální reality



obr. 2-1 Stereoskop [2]

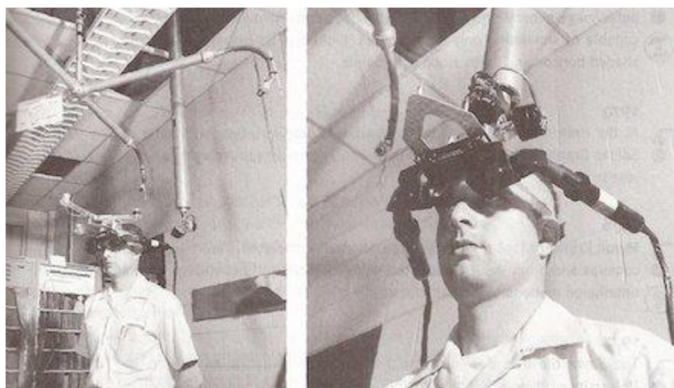
Lidstvo se vždy snažilo zaznamenat události a přiblížit je ostatním. Pokud nebereme v úvahu panoramatické malby z 19. století, prvním krokem k technologii virtuální reality bylo vytvoření stereoskopu Charlesem Wheatstonem. Tato technologie (patentována roku 1939), která funguje na principu dvou čoček nad fotkami pořízenými z dvou rozdílných úhlů, je v headsetech na virtuální realitu používána dodnes.



obr. 2-2 Sensorama [2]

První komerční využití virtuální reality vytvořil Morton Heilig pomocí svého stroje Sensorama (patentován roku 1962). Automat působil na všechny různé smysly člověka, přičemž využíval kromě stereoskopického 3D displeje také stereo reproduktory, větráky, generátory vůně nebo vibrující židli. Pro svůj vynález sám vytvořil 6 krátkých filmů.

Morton Heilig se také zasloužil o vytvoření prvního stereoskopického displeje připevněného k hlavě (HMD – head-mounted display, patentováno 1960) navrženého pro neinteraktivní film bez snímání pozice hlavy.



obr. 2-3 Damoklův meč [2]

Damoklův meč (The Sword of Damocles, 1968) byl prvním HMD napojeným na počítač. Díky tomu dokázal generovat virtuální prostředí v podobě jednoduché geometrie. Jednalo se o obrovské zařízení zavěšené ze stropu, ke kterému se musel uživatel připevnit.

Pojmem „Virtual Reality“ bylo celé odvětví pojmenováno až v roce 1987 Jaronem Lanierem, zakladatelem firmy VPL, která uvedla na trh několik zařízení k virtuální realitě. Jednalo se především o EyePhone HMD, první volně prodávané brýle k virtuální realitě, a Dataglove, haptický ovladač v podobě rukavice. Jaron Lanier je považován za zakladatele virtuální reality.



obr. 2-4 Sega Genesis [2]

V roce 1993 SEGA vytvořila koncept VR HMD určený pro širokou veřejnost. Cena byla srovnatelná s cenou současných headsetů (v současnosti by stál 322 dolarů). Headset měl LCD, head tracking a stereo sluchátka a byly na něj vytvořeny 4 hry, samotný headset se však kvůli nedostatečným technologiím nepodařilo dostat na trh. [2]

2.1.2 Dělení trhu

Několik posledních let zažívá virtuální realita svůj opravdový rozmach. Oproti konci minulého století, kdy se trh s virtuální realitou neuchytil, existují v současnosti dostatečné technologie na to vytvořit funkční produkty přístupné veřejnosti. Jedná se však o první generaci headsetů, omezeními v současnosti jsou rozlišení displeje a výpočetní síla ve vztahu vůči konečné ceně a dostupným technologiím dneška.

Na základě preference různých z těchto atributů a využití se trh VR headsetů rozdělil na tři větve.

VR brýle pro mobily



obr. 2-5 Google Cardboard [3]

Nejlevnější a nejpřístupnější forma virtuální reality. Mobil přebírá funkci displeje v headsetu, samotný headset je pak pouze ergonomickým držákem nasazeným na hlavu. Existují zde produkty různé cenové kategorie, od nejlevnějšího Google Cardboard v ceně od 100 Kč až po dražší headsety s Bluetooth ovladači jako je například Samsung Gear VR v ceně kolem 4 000 Kč. Nevýhody těchto headsetů jsou zřejmé – nízká kvalita obrazu, pouze 3-DoF (3 Degrees of Freedom, viz obr. 2-16) a omezený obsah.

VR brýle pro počítače a herní konzole



obr. 2-6 VR headsety s externí výpočetní silou [6]

V současnosti nejrozšířenější část trhu obsahující nejkvalitnější headsety. Výpočetní sílu tvoří počítač nebo konzole. Samotný headset se skládá z displeje, sensorů, upevňovacího systému a případně sluchátek. Headset nabízí 6-DoF (6 Degrees of Freedom) omezené hrací pole, které vychází ze systému trackování. Nevýhodami mohou být cena, napojení na konektory nebo špatná ergonomie.

Samostatné VR brýle



obr. 2-7 Samostatný headset HTC VIVE Focus [4]

Teprve v posledních měsících se dostávají do prodeje první opravdové samostatné headsety. Nepotřebují konektory, celá výpočetní síla včetně baterie se nachází uvnitř headsetu. Je zde využito kamer umístěných na čelní straně headsetu k takzvanému inside-out trackování. Tyto headsety jsou za cenu kompaktnosti omezeny zejména výkonem a baterií. Nabízí 6-DoF díky způsobu trackování Inside-out.

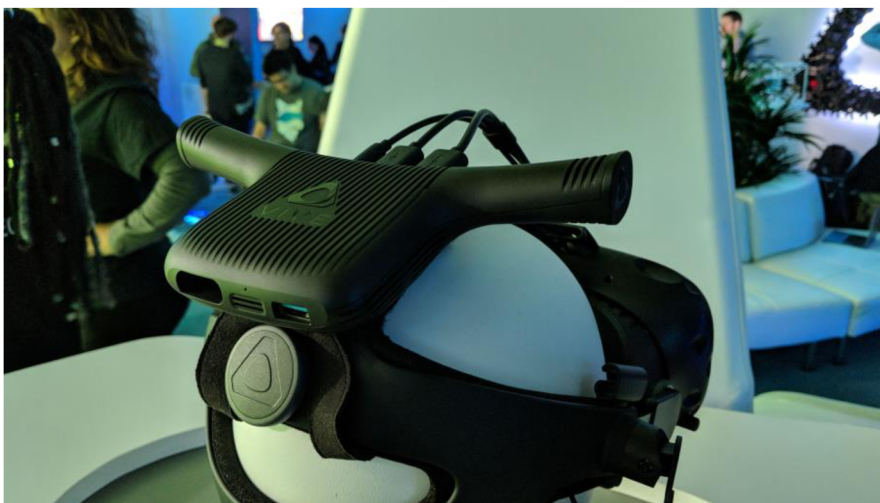
2.1.3 Produkty na trhu

HTC VIVE Pro



obr. 2-8 HTC VIVE Pro [5]

HTC VIVE patří k produktům nejvyšší řady určených pro veřejnost. V první čtvrtině roku 2018 se dostane do prodeje nová verze Pro. Ta nabízí oproti původní verzi (2016) o 78 % vyšší rozlišení (už starší verze měla zároveň s Oculus Riftem nejvyšší rozlišení mezi běžně dostupnými headsety), integrovaná sluchátka a za využití hardwarových doplňků (VIVE bezdrátový adaptér) také možnost využít headset kompletně bez napojení na externí kabely. [5]



obr. 2-9 VIVE Wireless Adapter [7]

Toto rozšíření nabízí novinku na trhu – bezdrátový headset s externí výpočetní silou (v počítači nebo konzoli), který umožňuje na současné poměry velice vysokou kvalitu obrazu a zároveň není vázaný na omezení kabelů. HTC VIVE PRO tak nabízí volný pohyb po místnosti s velkou plochou díky externím snímačům fungujícím na principu infračerveného záření. [7]

HTC VIVE PRO se značně od původní verze HTC VIVE posunulo po stránce ergonomické, esteticky si však zachovalo stále nejednotný a příliš přesycený vizuální styl [6]. V kombinaci s HTC Wireless adapter se tak stává ještě složitějším a méně intuitivním zařízením než doposud. Verze Pro je také hodnocena spíše jako iterativní krok než obrovský posun od původní verze [7].

Oculus Rift



obr. 2-10 Oculus Rift [8]

Oculus Rift je největší konkurence HTC. Kvalita displeje je srovnatelná s první verzí HTC Vive, patří také do vyšší řady. Oproti VIVE je Oculus esteticky přitažlivější – je navržen s jednoduchostí a důrazem na čistotu tvarů. Stejně jako VIVE je připojen k počítači a snímáný vnějším zařízením, avšak na jiném principu. Povrch headsetu Oculus Rift je pokryt LED diodami vyzařujícími infračervené světlo snímané kamerou (tzv. Constellation), diody na HTC Vive naopak přijímají infračervené světlo, které je vysílané externím zařízením (tzv. Lighthouse).

Oculus Rift je ergonomický a vizuálně atraktivní VR headset díky minimalistickému provedení. Jeho povrch je pokrytý látkou a plastem, které propouští infračervené signály pro snímání. Látka navíc působí jako ventilace a zabraňuje zamlžování čoček. Nenabízí však možnost nastavit vzdálenost čoček od očí kvůli dioptrickým brýlím. [8]

Playstation VR



obr. 2-11 Playstation VR [9]

PSVR je oproti Vive a Oculus Rift připojený místo počítače na konzoli. Kvalita obrazu je nižší než u předešlých produktů, vzhledem k pořizovací ceně je však na velmi vysoké úrovni a jedná se o jeden z nejprodávanějších headsetů současnosti. Trackovací kamera snímá modrá světla na headsetu na rozdíl od předešlých headsetů, které fungují na principu infračerveného záření.

Hlavní výhodou oproti většině produktů je ergonomické přichycení k hlavě pomocí čelenky, díky které nevzniká tlak na obličejí uživatele a váha je rovnoměrně rozmístěna. Slabší stránkou tohoto headsetu jsou nedokonalé trackovací schopnosti a celkový výkon. [9]

Oculus Go



obr. 2-12 Oculus Go [10]

Na začátku tohoto roku (2018) vychází jeden z prvních samostatných headsetů bez počítače a kabelů. Oculus Go vychází konstrukčně z původního Oculus Rift, funguje na baterii a je omezen pouze na 3 stupně volnosti (3-DoF). Výhodou tohoto headsetu je kompaktnost a jednoduchý design. Jeho slabinou je slabá výpočetní síla omezena velikostí. [10]

HTC VIVE Focus



obr. 2-13 HTC VIVE Focus [4]

Focus je další novinkou mezi bezdrátovými samostatnými VR headsety. Oproti Oculus Go nabízí 6-DoF díky snímacím kamerám na čelní straně. V současnosti je dostupný pouze v Číně. VIVE Focus ztělesňuje to, co si představíme pod bezdrátovým headsetem. Jediné, co potřebujeme k jeho používání, je samotný headset.

Napříč všem výhodám je Focus cílený na jiné využívání než výkonné headsety připojené k počítačům. I když využívá špičkových technologií, nemůže se výkonem rovnat s PC VR headsety a vestavěná baterie nabízí 3 hodiny používání. Inside-out trackování obecně sice nabízí neomezený prostor pro pohyb, není však příliš kompatibilní s ručními ovladači – pokud headset nevidí ovladače, nedokáže je umístit do virtuální reality. Využití můžou VR headsety tohoto typu najít především jako médium pro zabavení při cestování, sledování filmů nebo jiné zážitky nevyžadující příliš velké množství interakce. [11]

2.2 Technická analýza

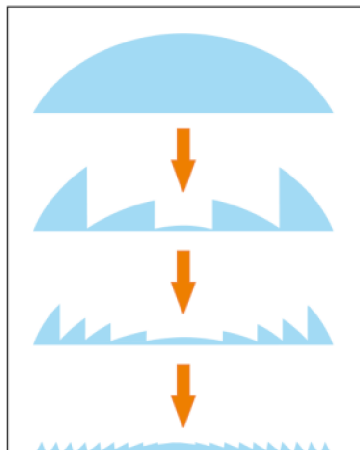


obr. 2-14 Displej určený jednomu oku v HTC VIVE [12]

2.2.1 Kvalita obrazu

Kvalita obrazu je primárním atributem VR headsetu. Závisí na mnoha veličinách, nejdůležitějšími z nich jsou rozlišení a velikost displeje, materiál a typ použitých optických čoček, typ displeje, zorné pole a obnovovací frekvence obrazu. V některých headsetech jsou použity dva displeje, pro každé oko jeden.

Nejlepší displej mezi komerčně dostupnými VR headsety v současnosti nabízí nové HTC VIVE Pro s dvěma AMOLED displeji s rozlišením 1440x1600 pixelů pro každé oko, obnovovací frekvencí 90 Hz a zorným polem 110 stupňů. Pro čočky je nejlepší volba použít tzv. Fresnelovy čočky, které jsou vhodné pro svou sníženou hmotnost a srovnatelnou kvalitu s klasickými čočkami.



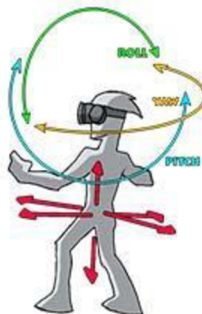
obr. 2-15 Vytvoření Fresnelovy čočky [24]

2.2.2 Snímání

3 degrees of freedom (3-DoF)



6 degrees of freedom (6-DoF)



obr. 2-16 Stupně volnosti [13]

Pro úplný zážitek je nutné vytvořit efekt otáčení hlavy a pohybování po prostoru. Zatímco nižší třídy headsetů, zejména ty využívající mobilní zařízení, nabízí pouze snímání orientace hlavy (3-DoF – 3 stupně volnosti) zajištěné vestavěnými sensory, lepší headsety poskytují také snímání polohy v prostoru (6-DoF – 6 stupňů volnosti). [13]

V současnosti je pro opravdový zážitek standardem 6-DoF. Způsob snímání polohy headsetu v prostoru se však liší. Hlavními jsou 2 způsoby, kterými může být poloha headsetu snímána – Outside-in a Inside-out.

Outside-in snímání



obr. 2-17 Outside-in snímání [17]

U většiny headsetů je snímání polohy v prostoru zajištěno pomocí přídavných zařízení. Těmi jsou kamery různých typů, které snímají polohu diod na headsetu. U Playstation VR se jedná o 9 barevných LED diod snímáných dvojitou kamerou z jednoho bodu. HTC VIVE nabízí sofistikovanější a přesnější způsob zvaný Lighthouse, kde dva externí vysílače v rozích místnosti vysílají infračervené paprsky světla a diody na headsetu pomocí jednotlivých časů zachycení paprsku dokážou vyhodnotit svou relativní polohu v prostoru. Stejným způsobem jsou v prostoru snímány i přídavná zařízení, jako jsou například ovladače. Důležitou podmínkou je, aby diody byly na headsetu viditelné ze všech úhlů.

Oculus Rift používá podobný systém jako jako HTC VIVE zvaný Constellation, avšak jednotlivé IR LED diody na headsetu svítí pod plastem a textilem a infračervená kamera sleduje jejich relativní polohu. [15]



obr. 2-18 Constellation outside-in snímání, pohled IR kamerou [15]

Inside-out snímání

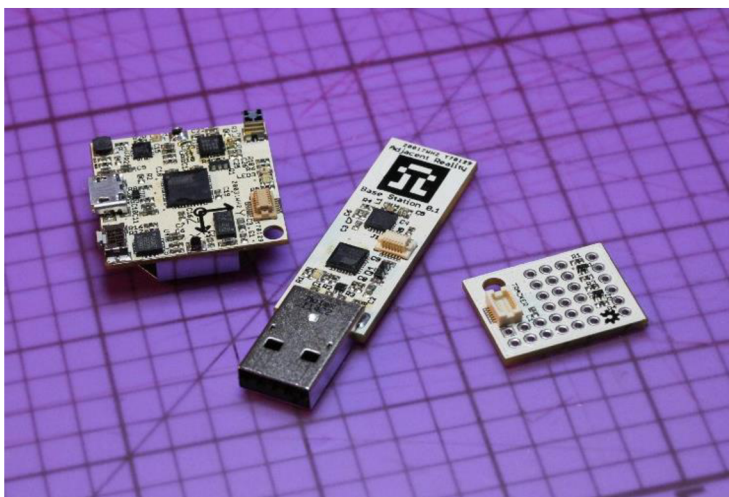


obr. 2-19 Inside-out snímání [17]

Novější způsob snímání headsetu v prostoru. Je typický zejména pro bezdrátové přenosné headsety, jelikož nevyžaduje dodatečná snímací zařízení. Headset má na čelní straně dvě kamery snímající prostředí, díky kterým dokáže headset zjistit svou relativní pozici. Nevýhodou tohoto způsobu snímání pozice headsetu je, že při používání s ovladači headset nedokáže určit jejich pozici, pokud nejsou v jeho zorném poli.

Outside-in snímání je výhodnější pro headsety vázané k externí výpočetní síle díky kompletní spolehlivosti a přesnosti. Technologie snímání Inside-out je nutná pro přenosné samostatné headsety se šesti stupni volnosti proto, aby se obešly bez externích snímacích zařízení.

2.2.3 Senzory



obr. 2-20 Adjacent Reality tracker [16]

Uvnitř headsetu se nachází také senzory, které se starají o první tři stupně ze šesti stupňů volnosti. Snímají tedy orientaci headsetu ve třech osách a umožňují člověku otáčet se, naklánět hlavu do stran a koukat se nahoru a dolů. Těmito senzory jsou akcelerometr, gyroskop a magnetometr. Headsety jako například Oculus Rift používají tzv. Adjacent Reality Tracker, který spojuje všechny tři senzory do jedné komponenty a zrychluje jejich obnovovací frekvenci až na 1000 Hz. [14]

2.2.4 Napojení



obr. 2-21 HDMI a USB kabel pro propojení [18]

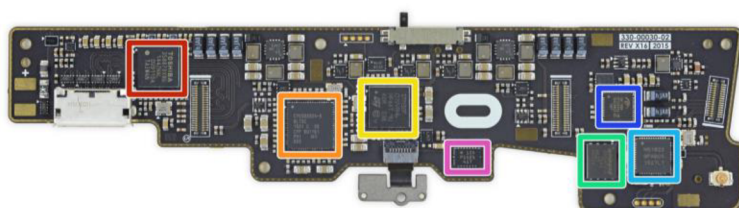
Budoucím trendem ve virtuální realitě je naprosté zanoření, které znamená zbavení se všech narušujících faktorů. Tím největším omezením v této době kromě kvality zážitku, která je omezena technologiemi výpočetní síly, jsou kabely propojující headset s počítačem nebo konzolí. Samostatné headsety se sice obejdou bez kabelů, avšak tím, že obsahují veškerou výpočetní sílu uvnitř sebe, omezují svůj výsledný výkon.



obr. 2-22 VIVE Wireless Adapter [19]

Tento rok se s novým HTC VIVE PRO dostává na trh taky dodatečné zařízení VIVE Wireless Adapter umožňující propojit kabely z headsetu s počítačem bezdrátově. Toto externí zařízení se připojuje na horní popruh headsetu a je samotné napojené na baterii napájející celý headset. Tato baterie je sice k adaptéru připojena kabelem, spočívá však v kapse uživatele a umožňuje mu volný pohyb v prostoru. [19]

2.2.5 Ostatní komponenty



obr. 2-23 Základní deska Oculus Rift CV1 [15]

Důležitou částí headsetu je základní deska, která se souvisí se způsobem snímání pozice v prostoru (Outside-in nebo Inside-out). Ta obsahuje především procesor a kontrolní čipy k LED diodám. [14]

2.2.6 Uchycení

Ergonomické uchycení k hlavě rozhoduje o tom, jak dlouho dokáže uživatel nosit headset na hlavě bez potíží. Ačkoliv by se mohlo zdát, že váha bude nejdůležitějším atributem pro pohodlné nošení, její rozmístění a správné těžiště mají větší roli. Starší headsety (první verze Oculus Rift a HTC VIVE) používali pro přichycení k hlavě gumové pásy na principu lyžařských brýlí. Tento způsob je však nejméně pohodlný, protože všechna váha je distribuována na obličej a uchycení má tendenci se pohybovat. Playstation VR sází na uchycení formou čelenky, žádný tlak tak nepůsobí na obličej a těžiště je díky váze vzadu na správném místě. Tento způsob přebírá množství nových headsetů. FOVE využívá větší dotykovou plochu a dva pruhy shora a zezadu hlavy pro pevné uchycení. Hmotnost jednotlivých headsetů se pohybuje od 470 g do 610 g bez hmotnosti kabelů.



obr. 2-24 Ergonomie VR headsetů [20,21,22]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Se současnou segmentací trhu a rychlým rozvojem virtuální reality je nutné vybrat si správný směr a představu o budoucnosti tohoto oboru. Toho jsem docílil pomocí analýzy jednotlivých produktů a jejich vývoje v čase, čtením diskuzí a rozhovory s několika pravidelnými uživateli.

3.1 Analýza problému

Současné VR headsety se dělí do různých cenových kategorií. Nejlepší výkon nabízí headsety, které jsou napojeny na externí výpočetní sílu – počítače nebo herní konzole. Volnost při pohybu je zase silnou stránkou samostatných headsetů, jejich nevýhodou je však výkon a baterie.

Existují externí přijímače umožňující zbavit se kabelů u headsetů, které jsou běžně připojeny k počítači. Jde o samostatně se prodávající zařízení, která přenáší vysoké množství informací mezi headsetem a počítačem namísto kabelů. K těmto přijímačům bývá připevněna externí baterie umístěná na těle uživatele tak, aby se mohl volně pohybovat v prostoru.

Největšími problémy u současných VR headsetů jsou:

- špatné uchycení na hlavu a dlouhé nastavování pro pohodlný zážitek,
- slabý výkon a výdrž baterie u samostatných headsetů,
- omezení kabely u výkonných headsetů,
- bez možnosti nastavení vzdálenosti displeje od očí kvůli dioptrickým brýlím,
- neintuitivní ovládání,
- zamlžování čoček kvůli špatné ventilaci.

3.2 Cíl práce

Cílem mojí práce je navrhnout VR headset, který odstraní nedostatky mezi současnými produkty na trhu týkající se převážně ergonomie a omezení technickými řešeními. Jako možná varianta se nabízí hybrid mezi samostatnými headsety a headsety k počítačům – VR headset s integrovaným přijímačem, který využívá externí výpočetní sílu a dokáže s externí baterií fungovat bez kabelů. Tím se zachová vysoký výkon a headset se zbaví omezení souvisejících s kabely. Tento trend nastupuje na trh díky novému (jaro 2018) přídavnému zařízení HTC Wireless adapter, které přináší technologii schopnou přenosu velkého objemu dat pro VR na krátkou vzdálenost, a očekává se, že bezdrátové PC VR headsety by mohl být směr, kam se virtuální realita vydá v budoucích letech. [25]

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Následující variantní studie přistupují k ergonomii a tvarovému řešení z různých úhlů pohledu. Důraz je zde kladen především na pohodlný zážitek uživatele, přičemž jsou respektována technická omezení a velikostní minima. Snažil jsem se o širší spektrum návrhů – od běžnějších ergonomických řešení až po více koncepční řešení.

4.1 Varianta I



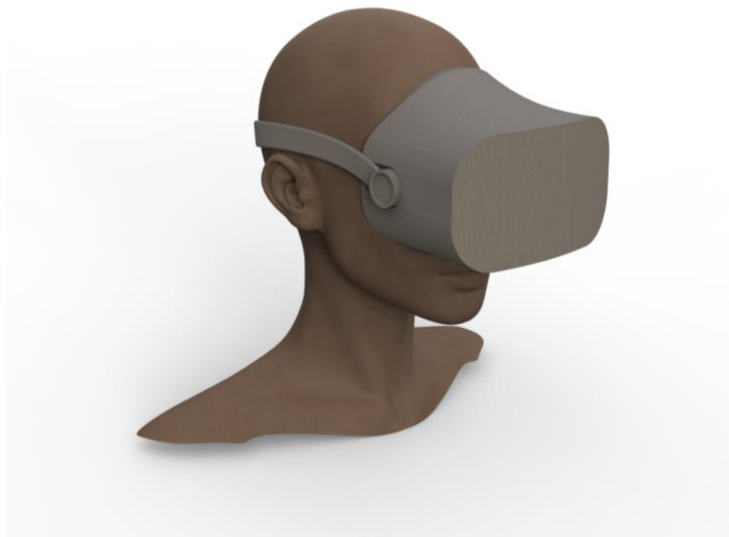
obr. 4-1 Varianta I

První návrh využívá ergonomické řešení podobné velkému množství nových headsetů na trhu (Playstation VR, Samsung Odyssey). Díky tomu, že vlastním headset Playstation VR, jsem byl schopen vyhodnotit silné a slabé stránky tohoto ergonomického řešení.

Jelikož jde o častý tvar mezi novými headsety, ověřeně silnou stránkou tohoto řešení je pohodlné rozložení váhy po celé hlavě a jednoduché nasazování. Díky tomu, že se kolem očí neopírá žádná dotyková plocha, ale pouze krycí guma zamezující průchodu světla, veškerá váha spočívá na čele. Díky zadní části je headset dobře vyvážený.

Guma kolem očí však propouští více světla než u jiných ergonomických řešení a značně ubírá na kvalitě zážitku. Tento koncept také neumožňuje využití technologie bezdrátového adaptéru, protože se zde nenachází prostor, kam by se dala vložit.

4.2 Varianta II



obr. 4-2 Varianta II

Druhý variantní návrh ergonomicky připomíná většinu původních headsetů na trhu, jako jsou HTC VIVE nebo Oculus Rift. Použitý typ uchycení nebyl nejvhodnější, proto jsem se v tomto návrhu snažil ergonomii zlepšit. Toho jsem docílil zvětšenou kontaktní plochou na čele podobně jako u varianty I. Popruhy jsou přichyceny k válcům, které se mohou pohybovat ve drážce a tím posouvat vnější část headsetu dále od očí, zatímco kontaktní plocha zůstává na místě. Díky tomu headset mohou používat i lidé nosící brýle.

4.3 Varianta III



obr. 4-3 Varianta III

Poslední návrh je cílený jako kompletní řešení headsetu, které vychází z jednotlivých trendů objevujících se na trhu. Ergonomie uchycení k hlavě sází na co největší opěrnou plochu a vyvážení celého headsetu směrem dozadu tak, aby byl co nejpohodlnější. Horní část navíc obsahuje přijímací zařízení (technologicky vychází z HTC Wireless adapter), které umožňuje zažít virtuální realitu bez omezení kabelů. Minimalistický design dodává produktu neutrální výraz, zároveň však odkazuje na technologickou stránku pomocí geometricky čistých tvarů.

Silnou stránkou tohoto konceptu je možnost přidání bezdrátového adaptéru do horního popruhu a pomocí antén na stranách komunikovat s počítačem. Za použití externí baterie je pak headset schopný fungovat bez propojení s počítačem pomocí kabelů.

Slabší stránkou je větší objem zařízení. Pro ergonomii však, jak už bylo řečeno, není hmotnost natolik rozhodující, jako spíše její rozložení. Přidáním horního a zadního popruhu se těžiště dostává blíže ke středu hlavy a vyrovnává tak nárůst hmotnosti.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Finální tvar návrhu vychází z první varianty. Je to především z toho důvodu, že tento tvar umožňuje využití technologie bezdrátového adaptéru. Dále pro mě bylo rozhodující, že je tvarové řešení odlišné od většiny produktů na trhu a tím získává charakteristický vzhled. Při navrhování tohoto řešení jsem se snažil předvídat další směr virtuální reality a vytvořit návrh, který respektuje kapacitu nejnovějších technologických řešení a zároveň přistupuje k ergonomii rozdílně od většiny současných produktů.

5.1 Kompoziční řešení

Celý design je navržen se snahou o nejjednodušší tvar tak, aby co nejsilněji oponoval konkurenčním produktům, které jsou mnohdy zbytečně členité a jejich složité tvary neospravedlňuje žádná funkce, spíše se snaží navodit dojem techničnosti na úkor toho, že pak působí levně.

Tento návrh naopak vychází z jednoduchých křivek, které na sebe opticky plynule navazují ze všech stran a sbíhají se, nebo naopak rozbíhají. Mezi nimi se pak napínají plochy odpovídající potřebnému objemu pro technologie uvnitř. Čisté linie jsou tedy spojujícím prvkem všech jednotlivých součástí a design je navržený s ohledem na člověka jako uživatele.



obr. 5-1 Finální tvarové řešení

Celý headset je rozdělen hmotou na několik částí s různou funkcí. Tyto části jsou mezi sebou spojeny gumovými pružnými popruhy vedoucími elektrické kabely mezi jednotlivými částmi. Celý produkt je opticky i hmotnostně těmito spoji odlehčen a umožňuje díky nim ergonomicky přizpůsobovat uchycení různým velikostem hlavy.

Na rozdíl od ostatních produktů na trhu jsem se snažil přenést pozornost z přední části jinam tak, aby můj návrh získal charakteristický vzhled. Všechny linie tvořící základní tvar se potkávají ve střední části umístěné na obou stranách hlavy. Právě kvůli tomu, jakým způsobem tato část poutá pozornost, jsem zde umístil ovládací prvky. Nachází se zde také přijímací antény, které celý produkt stylizují a odkazují na jeho jedinečnou funkci bezdrátového využití.



obr. 5-2 Finální tvarové řešení

5.2 Segmenty

5.2.1 Čelní segment

Čelní část obsahuje nejpodstatnější součásti a technologicky odpovídá klasickým produktům na trhu. Tvarově je headset uchopen tak, aby nabízel co největší opěrnou plochu. Proto se oproti ostatním VR headsetům opírá o značnou část čela, tím se snižuje tlak hmoty na obličej.



obr. 5-3 Čelní segment

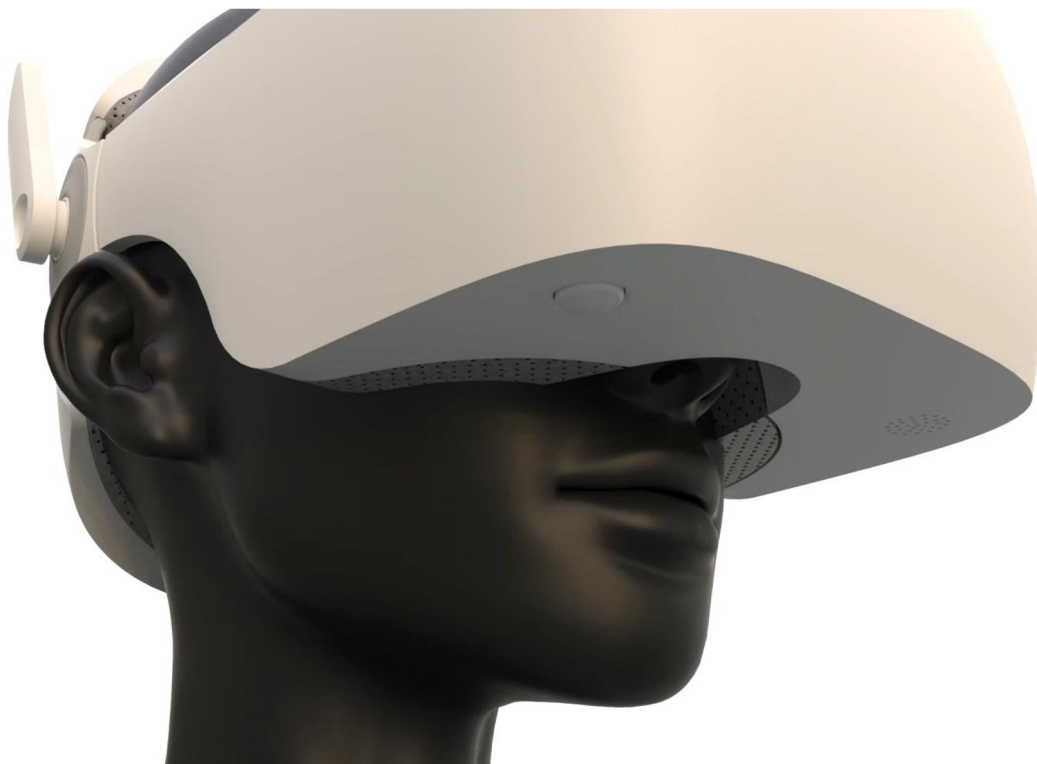
Jako opěrná plocha slouží pěna zalisovaná do pružná umělé perforované kůže. Ta je nalepená na plastovou podložku dosedající do vnějšího tvaru. V pěně se také nachází výřez na dioptrické brýle.

Čočky (obr. 5-4) se nachází bezprostředně před očima (0,8-1,2 mm), vzdálenost mezi jejich středy je 63 mm. Tato vzdálenost vychází z ergonomického průměru. Pro rozdílnou vzdálenost očí lze obraz adjustovat počítačově. Mezi čočkami je světelný sensor snímající, jestli je VR headset v daný moment nasazený či nikoliv.



obr. 5-4 Vnitřní pohled

Jedním z problémů, které jsem se snažil vyřešit, je možnost použití dioptrických brýlí. Některé headsety tuto funkci mají, vycházel jsem proto ze stejného systému, který můžeme vidět například u HTC VIVE nebo Playstation VR. Na spodní části předního segmentu se nachází tlačítko, při jehož stlačení je možno posunout headset dále od očí (obr. 5-3, 5-5).



obr. 5-5 Oddalovací tlačítko a mikrofon

Při posunutí dále od očí se posouvá vnější plastový segment spolu se zabudovanými čočkami i displejem, zatímco vnitřní pěna se nadále opírá o obličej a čelo. Vzniká tak mezera mezi těmito dvěma částmi. Do headsetu však neproniká žádné světlo, stále zůstává uzavřený.



obr. 5-6 Posunutí předního segmentu

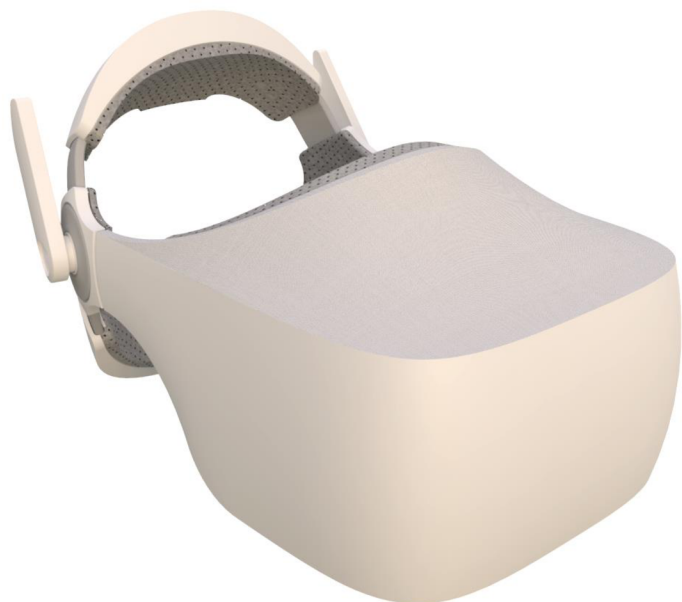
Možná délka vysunutí přední části je až 26 mm. Tato vzdálenost je stejná jako u konkurenčních výrobků a odpovídá s rezervou potřebnému prostoru pro většinu dioptrických brýlí.

Na levé straně naproti tlačítka se nachází mikrofon. Jeho zapínání a vypínání se nachází na pravém bočním segmentu v podobě podsvíceného tlačítka.



obr. 5-7 Spodní pohled – tlačítko vlevo, mikrofon vpravo

Horní plocha předního segmentu je na rozdíl od zbytku vnější části potažená textilem (obr. 5-8). Je to z důvodu ventilace a zamlžování čoček – pod látkou se nachází větrací otvory, které navazují na otvory v podložce s perforovanou umělou kůží. Rozhraní dvou materiálů, i když ve stejné barvě, navíc podkresluje detaily headsetu a vizuálně odlehčuje přední segment, který je většího objemu.



obr. 5-8 Horní plocha s textilem

5.2.2 Centrální segment



obr. 5-9 Centrální segment

Centrální segment představuje charakteristický prvek celého designu. Jedná se o geometricky pravidelný prvek zakřivený v prostoru podle povrchu koule tak, aby seděl co nejlépe na hlavu. Sbíhají se zde křivky určující tvar celého headsetu. Vzniká zde díky tomu opticky těžiště a segment poutá pozornost. Proto jsem se rozhodl zde umístit ovládací prvky – jedná se o zapínání/vypínání mikrofonu a ovládání hlasitosti na pravé straně (obr. 5-9), na levé straně se nachází samotné zapínání headsetu (obr. 5-10). Díky tomuto rozdělení uživatel neriskuje vypnutí headsetu při ovládání hlasitosti nebo mikrofonu.

Centrální segment je taky částí, která obsahuje antény komunikující s počítačem. Právě tyto antény mají jako součást ovládací tlačítka a samotné jsou stylizovány podobně jako uši nebo křídélka celého headsetu. Tento prvek přidává na ikonickém vzhledu a vizuálně podporuje unikátní prodejní bod celého produktu – bezdrátové připojení.



obr. 5-10 Vypínání / zapínání headsetu

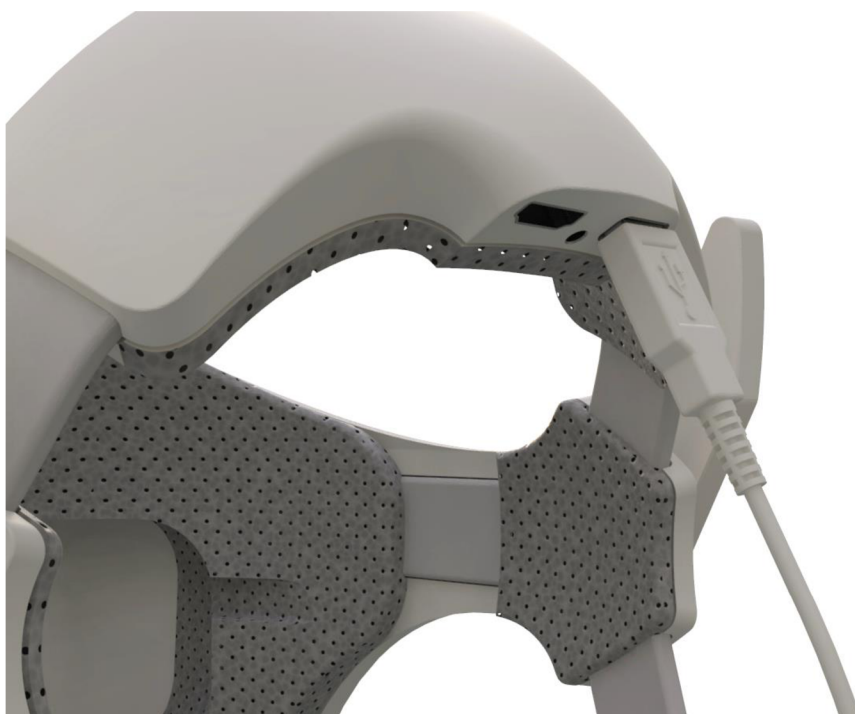
5.2.3 Bezdrátový adaptér

Bezdrátový adaptér představuje skutečnou přidanou hodnotu tohoto konceptu. Jak už bylo řečeno, vychází z nového externího zařízení HTC Wireless adapter, které se k headsetu HTC VIVE (HTC VIVE Pro) musí dokoupit zvlášť. V mém konceptu se naproti tomu jedná o integrovanou součást. To má za důsledek jednodušší uživatelskou cestu a přívětivější zážitek.



obr. 5-11 Bezdrátový adaptér

Bezdrátový adaptér umožňuje využít VR headset pouze s napojením na externí baterii (například v kapse uživatele), je však navržen tak, aby se dal také zapojit kabely jako klasické headsety (kvůli lepšímu přenosu dat nebo při vybití baterie). Právě proto se na tomto segmentu nachází 3 konektory (obr. 5-9) – USB pro napájení, HDMI pro přenos obrazu v případě použití kabelů a 3,5 mm jack na externí sluchátka.



obr. 5-12 Napájení headsetu externí baterií

5.2.4 Zadní segment

Zadní část se nachází pod týlem a slouží k upevňování k hlavě. Utahování se provádí zadním kolečkem. Tato část má největší význam pro pohodlný zážitek, proto má větší množství opěrné pěny než zbylé části.



obr. 5-13 Zadní segment s utahovacím zámkem

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

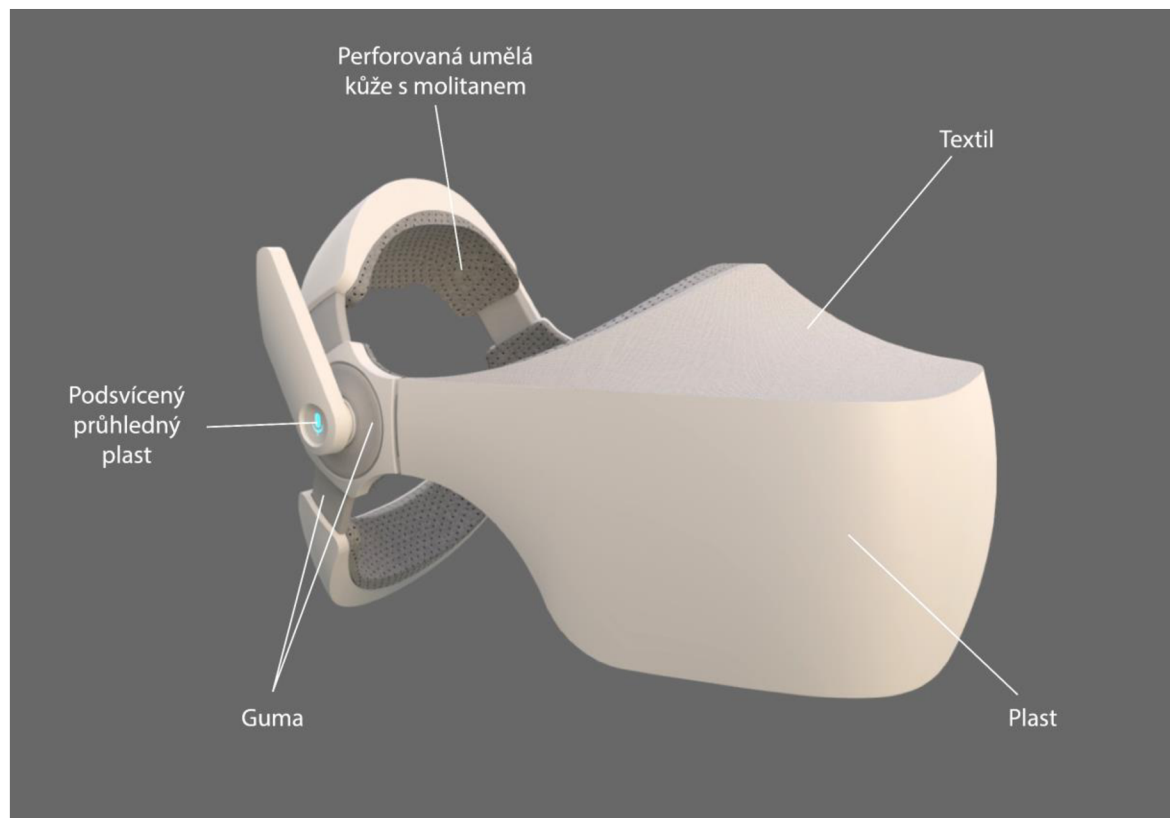
6.1 Konstrukčně technologické řešení

Jelikož moje bakalářská práce má být cílena na hráče počítačových her a náročnější uživatele, zvolil jsem přístup upřednostňující výkon a co nejlepší konečný zážitek. Toto rozhodnutí bylo na úkor ceny a toho, že jsem se nevydal cestou tzv. standalone VR headsetů, neboli samostatných headsetů, které nevyžadují napojení na žádné externí zařízení, tím však nejsou schopny nabídnout zážitek na srovnatelné úrovni s headsety napojenými k počítačům. Mým cílem však bylo zahrnout pro svůj návrh možnost bezdrátového připojení bez omezení kabely, které dělá právě standalone headsety atraktivními.

Navržený VR headset patří mezi headsety vázané k externí výpočetní síle, v tomto případě k počítači. Headset nabízí 6 stupňů volnosti. To znamená že kromě zabudovaných sensorů starajících se o první 3 stupně volnosti je snímáný v rámci svého prostředí pomocí externí kamery (jedné nebo více) a LED diod na principu infračerveného záření (Outside-in snímání). To umožňuje uživateli pohyb po místnosti.

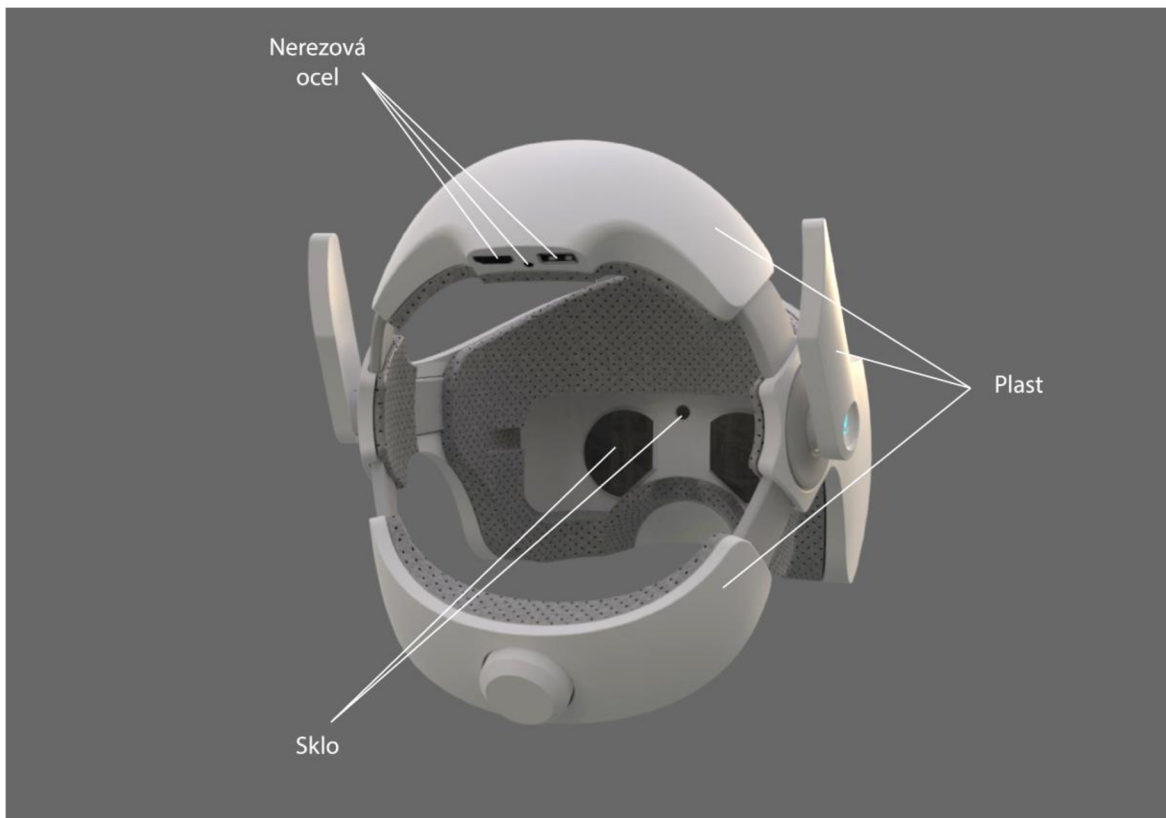
Jedná se také o první headset, který má integrovaný bezdrátový adaptér a díky tomu dokáže fungovat bez napojení kabelem k počítači. Toto řešení vychází z novinky na trhu (jaro 2018) – HTC Wireless adapter, zařízení umožňujícího právě ono napojení na externí baterii a fungování bez kabelů. Na rozdíl od HTC však koncept mojí bakalářské práce pracuje s bezdrátovým vysílačem jako s integrovanou součástí celého produktu.

6.1.1 Materiály



obr. 6-1 Materiály – boční pohled

Hlavním materiálem použitým pro tento produkt je ABS plast (akrylonitrilbutadienstyren), který je dostatečně odolný, pevný a vhodný pro použití v průmyslu. Je použit na všech vnějších plastových součástech i v rámu pro polstrování. Samotné polstrování je pak tvořeno perforovanou umělou kůží vyplněnou pěnou z polyuretanu. Popruhy spojující jednotlivé části uvnitř jsou navenek ze silikonu, uvnitř vedou elektrické obvody. Pogumováno je také kolečko pro ovládání hlasitosti. Horní plocha čelního segmentu je potažena textilem, jelikož se v ní nachází ventilační otvory. Fresnelovy čočky jsou tvořeny organickým sklem [24].

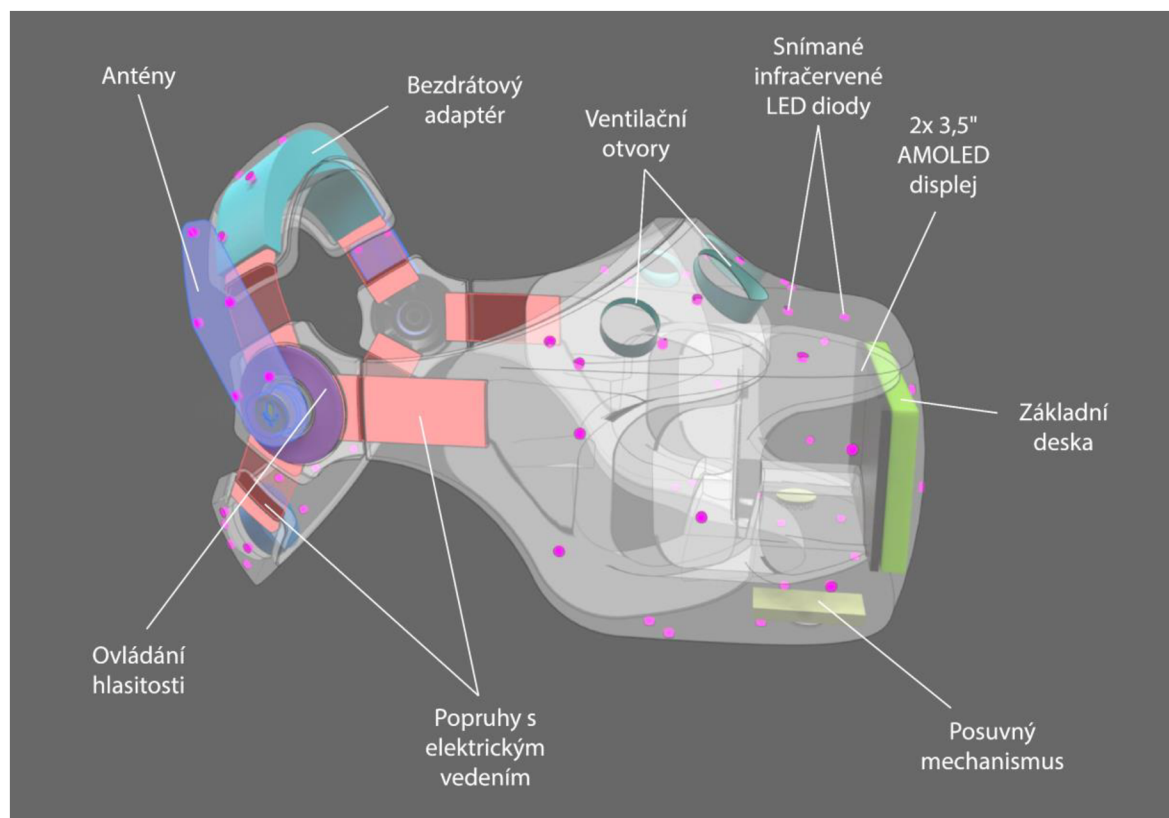


obr. 6-2 Materiály – zadní pohled

6.1.2 Výroba

Plastové části jsou vyrobeny technologií vstřikování plastů. Polstrování je vyrobeno obšitím polyuretanové pěny perforovanou umělou kůží a nalepením na rám polstrování.

6.1.3 Technologické součásti

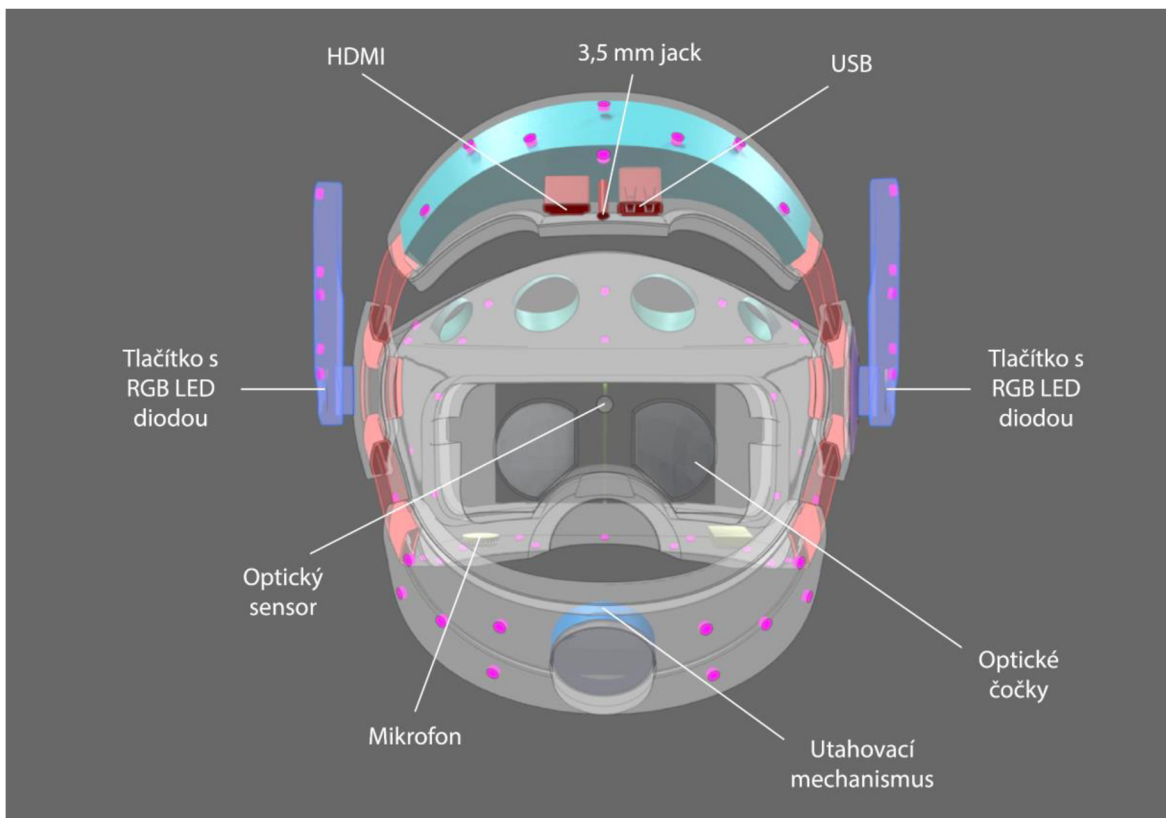


obr. 6-3 Vnitřní součásti – boční pohled

Displej a čočky

Displej je hlavní součástí headsetu, díky rozlišení a kvalitě obrazu udává základní kvalitu zážitku. Rozhodl jsem se jít po kvalitě, proto je použitý displej stejný jako u nejlepšího komerčního headsetu – dvojice 3,5" AMOLED displejů s rozlišením $2 \times 1440 \times 1600$ px. Na každé oko tedy připadá jeden displej. Obnovovací frekvence obrazu je 90 Hz.

Ke kvalitě obrazu taky patří čočky, které ovlivňují především velikost zorného pole. Jelikož headset konstrukčně vychází z kombinace HTC Vive, Oculus Rift a Playstation VR, velikost zorného pole je srovnatelná, tudíž kolem 110° . Aby bylo dosaženo co nejnižší hmotnosti, použil jsem Fresnelovy čočky (obr. 2-11) [24]. Hlavní funkcí čoček je zvětšit obraz tak, aby působil na co největší zorné pole, a přivést paprsky do oka v rovnoběžném směru. Tím se vytváří pocit nekonečné vzdálenosti a displeje nepůsobí jako obrazovka přidělaná k obličejí. [15]



obr. 6-4 Vnitřní součásti – zadní pohled

Bezdrátový adaptér a antény

Bezdrátový adaptér se nachází v horním popruhu. Můj návrh je jediný VR headset s integrovaným bezdrátovým přijímačem, jelikož jde o velice novou technologii. Tato součást technologicky vychází z externího dodatečného zařízení HTC Wireless adapter. Jde o zařízení nahrazující přenos dat přes kabely, místo toho využívá novou technologii Intel® WiGig. Tato bezdrátová technologie umožňuje velice vysoký přenos dat (až 7 GB za sekundu). Funguje podobně jako Bluetooth, avšak je více přímočarý a zvládá daleko rychlejší přenos dat. [23]

Pro tak obrovský přenos dat je však důležitá co nejlepší viditelnost přijímače. Proto jsem se rozhodl antény umístit zvlášť na strany hlavy tak, aby byly viditelné napřímo z co nejvíce úhlů. WiGig technologie zvládá komprimovat každý snímek zvlášť do kvality, kterou zrovna zvládne přenést v daném čase, proto je důležité respektovat viditelnost antén. Díky tomu kvalita obrazu klesá minimálně. [25]

K bezdrátovému adaptéru je potřeba také vysílač, ten se podobně jako snímací kamery nachází v co nejlepší dohlednosti headsetu, například na zdi. V přijímacím zařízení se nachází 3 konektory. USB konektor zajišťuje napájení – i přes bezdrátové přenos musí být headset napojen na baterii, ta je umístěna například v kapse uživatele. Výdrž jedné baterie je asi 3-5 hodin. Pokud si však uživatel chce užít zážitek bez problému komprese obrazu nebo vybité baterie, může headset zapojit pomocí HDMI konektoru a USB konektoru přímo do počítače tak, jako fungují současné headsety normálně. Poslední v řadě je 3,5 mm konektor pro zapojení sluchátek. [25]



obr. 6-5 Napájení pomocí externí baterie

Utahovací mechanismus

V zadní části se nachází kolečko pro utahování uchycení. Pomocí otáčení lze zkracovat nebo prodlužovat popruhy u zadního segmentu podobně, jako například u cyklistických helem.

Senzory

Zatímco o pozici headsetu v prostoru se stará snímací kamera, orientace headsetu je zajištěna senzory. Ty jsou součástí základové desky umístěné před displejem headsetu a starají se o první 3 stupně volnosti – naklánění, otáčení a sklánění. Jmenovitě jde o akcelerometr, gyroskop a magnetometr, dohromady komponenta nazvaná Adjacent Reality Tracker s obnovovací frekvencí až 1000 Hz [16].

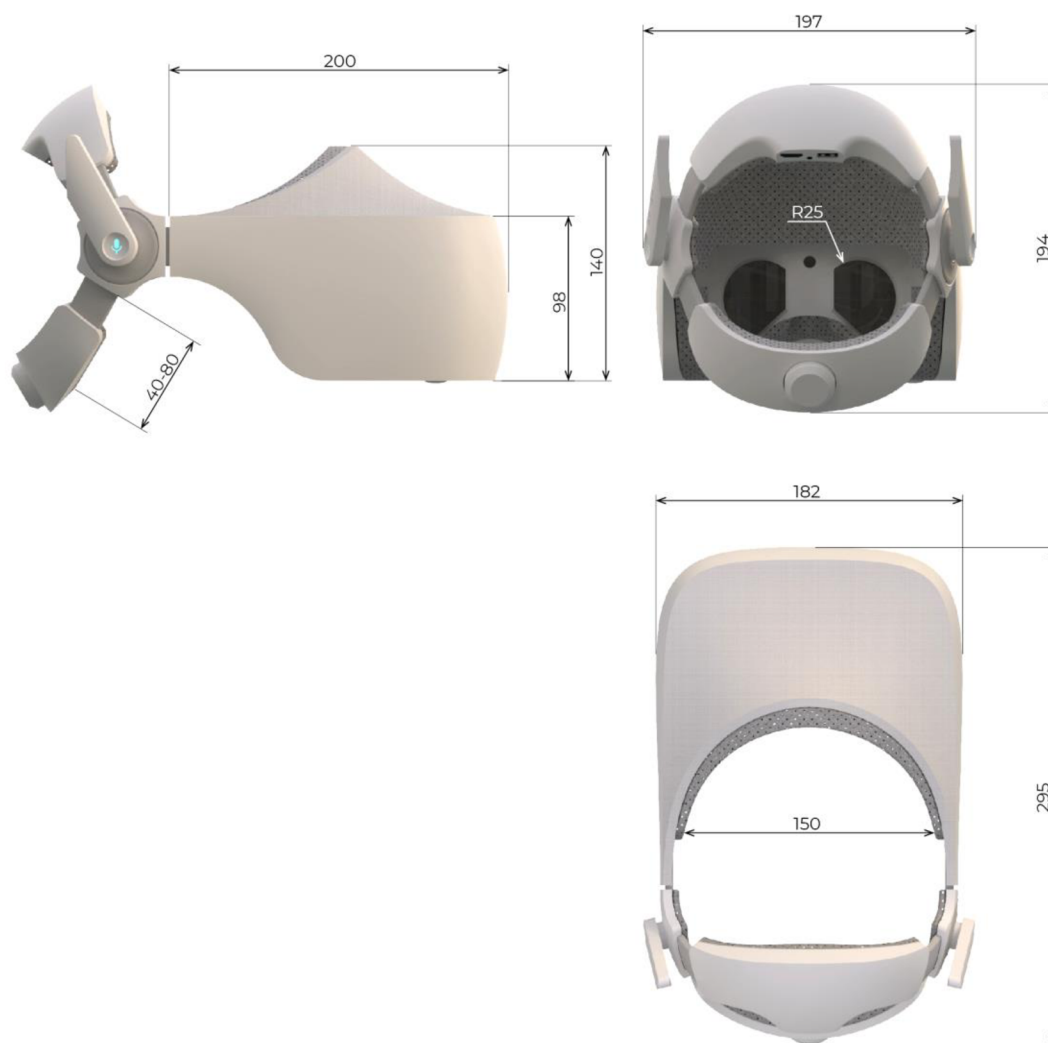
Mezi čočkami se nachází optický senzor, který kontroluje, zda je headset nasazen či nikoliv.

Snímání

O zbylé 3 stupně volnosti se stará externí (outside-in) snímání. V headsetu se nachází 66 snímaných infračervených LED diod, v prostoru kolem headsetu je umístěna jedna nebo více infračervených kamer. Ty sledují relativní pozici diod v prostoru a vyhodnocují pozici headsetu. Tento systém vychází ze snímání headsetu Oculus Rift nazvaného Constellation. [15]

Důležitým aspektem je, aby byly IR LED diody viditelné napřímo z co nejvíce stran podobně jako u antén. Proto se snímací body nachází ve všech jednotlivých segmentech tvořící headset. Minimální počet viditelných diod musí být 3, ideálně však alespoň 5. Plocha headsetu je dostatečně pokryta diodami ze všech úhlů, tím je dosažena plná viditelnost. [14]

6.2 Ergonomické řešení

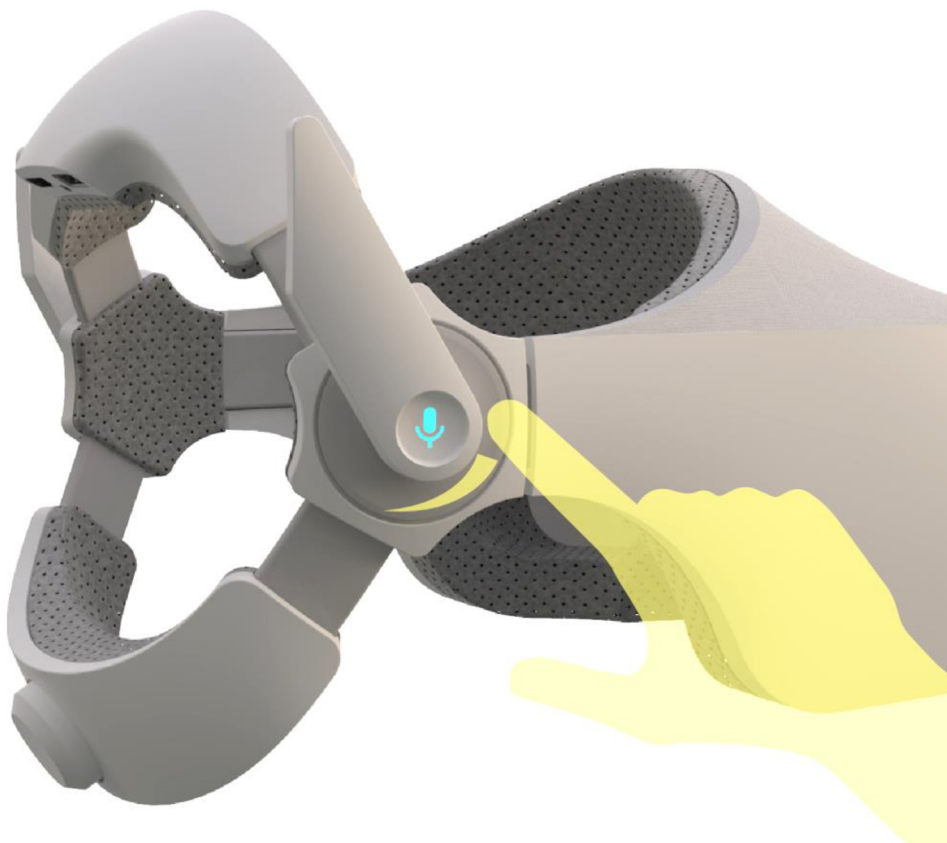


obr. 6-6 Základní rozměry

Headset ergonomicky nezapadá mezi klasické produkty na trhu, nejbližší je produktu Fove VR (obr. 2-18), kterým byla celá ergonomie inspirována. Toto uchycení mi umožňuje integrovat bezdrátové připojení a stylizovat headset do charakteristického tvaru. Celková velikost zařízení ve střední poloze utažení je (194 x 197 x 295) mm. Odhadovaná váha je 750 g. Zařízení respektuje většinu velikostí hlavy, dosaženo je tomu utahovatelným zadním segmentem. Další ergonomické adjustování probíhá zkracováním horního popruhu, to však není primární způsob nasazování. Důležitými rozměry pro ergonomii je šířka a délka hlavy. Lepší přichycení umožňují také pružné popruhy s určitou pružností. Další vůlí je také polstrování nacházející se na vnitřní straně všech segmentů. Pro můj produkt jsem navrhl také systém posouvání čoček od očí kvůli brýlím (viz 5.2.1).

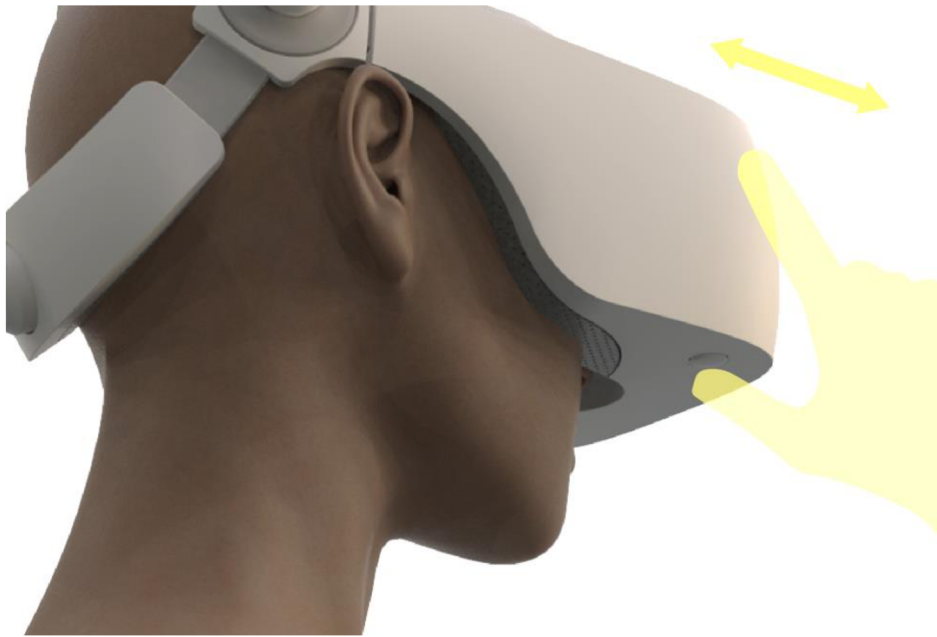
6.2.1 Ovládací prvky

Ze stran se nachází podsvícená tlačítka pro zapínání a pro ovládání mikrofonu. Obě jsou označena ikonami a propadlé tak, aby seděly na otisk prstu. Díky tomu je uživatel může nahmatat i při používání headsetu. Podsvícení mění barvu podle stavu baterie.



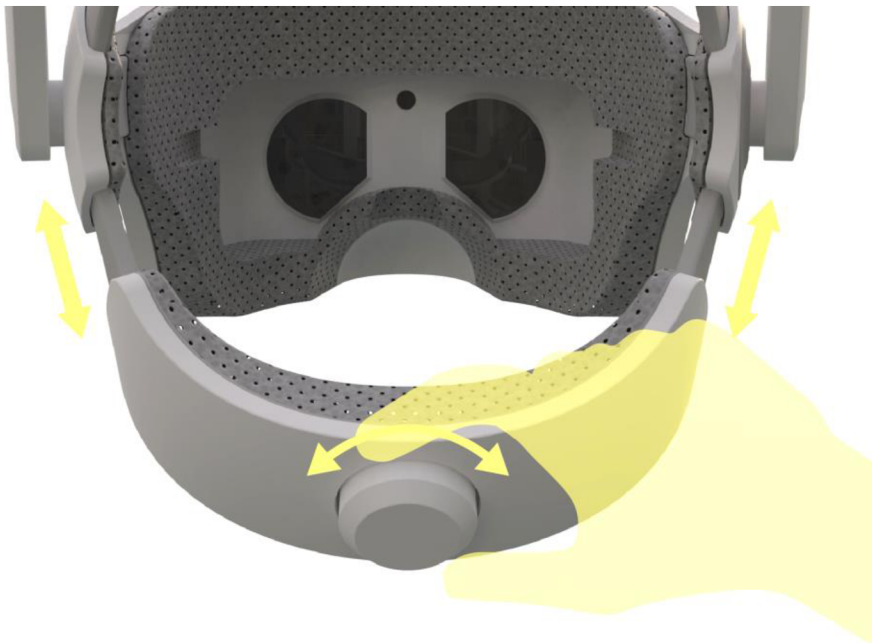
obr. 6-7 Ovládání hlasitosti

Pouze na pravé straně je regulace hlasitosti. Ovládání probíhá pomocí mechanického otáčení pogumovaného kolečka. Jeho tvar je taky propadlý kvůli prstu.



obr. 6-9 Posouvání předního segmentu

Třetí ovládací prvek je tlačítko pro oddálení čoček od očí umístěné zespod předního segmentu. Je zakulacené a vyčnívá tak, aby bylo snadno nahmatatelné.



obr. 6-8 Utahování

Posledním ovládacím prvem je zadní kolečko pro utahování headsetu. Jeho rozměry jsou dostatečně velké pro úchop, zároveň však nezavazí. Maximální rozsah utažení odpovídá přibližně dvěma otáčkám. Zatlačením na tento prvek se zaseknutí uvolní a popruhy se dají volně prodlužovat až do dalšího utažení zámek. Tím se zlepšuje uživatelský zážitek a usnadňuje nasazování a sundávání.

6.2.2 Ventilace

Jak už bylo dříve řečeno, horní plocha předního segmentu je potažena textilem. Plast pod ním je perforovaný tak, aby spolu s pěnou u hlavy dokázaly větrat vzduch v prostoru očí a zamezit tak zamlžování čoček a pocení.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Barevné řešení koresponduje s celkovým nádechem designu – čisté, jednoduché, jednotné. Proto jsem zvolil barvy podtrhující minimalistický vzhled a neutralitu produktu. Díky tomu může headset zapadnout do většiny interiérů a být genderově vyvážený. Na rozdíl od současných high-end VR headsetů tak nepůsobí převážně jako záležitost pro muže a pro lidi pohybující se v oboru virtuální reality a hraní her, místo toho se vyčleňuje osobitým všestranným dojmem.

Primárními barvami ve všech variantách jsou neutrální barvy s nízkou sytostí. Vybral jsem dopravní bílou, štěrkovou šedou a břidlicovou šedou. Jsou použity na vnějších plastových součástech a na textilu v čelní části. Barva umělé kůže i gumy zůstává stejná.



obr. 7-1 Barevné varianty

7.2 Grafické řešení

7.2.1 Logotyp



obr. 7-2 Logotyp

Název, který jsem pro produkt vytvořil, je **Sense.i**. Sense znamená v anglickém překladu smysl, odkazuje tedy na virtuální realitu a její zážitek našimi smysly. Samotné „i“ na konci názvu znamená anglicky já, čte se však stejně jako eye neboli oko. Dohromady navíc sensei znamená v japonštině učitel a pojí se především s bojovým uměním.

Značka **Sense.i** tak odkazuje jak na funkční stránku produktu – virtuální zážitek pro náš zrak, tak i na designové řešení vycházejících z jednotného uzavřeného celku a minimalismu – podobné prvky lze najít v japonském minimalistickém designu.

Jednoduchá typografie je založena na lineárním bezpatkovém písmu polotučného řezu (font Montserrat) a je psána jednoduše v minuskách. Díky tomu rezonuje s podobně navrženým produktem. Na konci slova Sense jsem vytvořil zvláště navržené písmeno „i“, které se stává dominantou celého logotypu. Tyto dvě části jsem opticky rozdělil tečkou zarovnanou na horizontální střed.

Logotyp má dvě varianty použití a dvě barevné verze. První varianta je celé plnohodnotné logotyp, druhou variantu tvoří pouze charakteristické „i“. Podle použití je pak možné vybírat taky mezi barevnou verzí tvořenou gradientem a černobílou verzí využívající tmavý odstín šedé jako výplň.

7.2.2 Produkt



obr. 7-3 Použití logotypu na produktu

VR headset je řešen především minimalisticky, proto je jeho grafické řešení navrženo co nejjednodušeji. Jedinými prvky grafiky jsou ikony, které popisují ovládací prvky, a logo na levé anténě.

Mezi ovládacími prvky se nachází dva totožné nacházející se zrcadlově na levé i pravé straně. Levý spouští a vypíná headset, pravý spouští a vypíná mikrofon. Kvůli tomu jsem se rozhodl tyto prvky dostatečně označit. Použil jsem pro to genericky známé ikony, ty jsem podsvítil RGB LED diodou. Zde pak díky tomu vzniká prostor pro komunikaci VR headsetu s uživatelem, například o stavu mikrofonu či stavu baterie, pomocí barev a způsobu svícení světla.

Logotyp nacházející se na levé anténě působí nenápadně a jde spíše o malý detail dokreslující uvěřitelnost produktu, který má jinak spíše koncepční charakter.

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Tvarování vychází z funkčních omezení a zároveň respektuje ergonomické požadavky. Působí jednoduchým čistým dojmem. Na první pohled tvarem odkazuje pozornost na ovládací prvky a tím poskytuje intuitivní uživatelský zážitek. Tvary jednotlivých ovládacích prvků odpovídá jejich mechanickému ovládní.

8.2 Ekonomická funkce

Sense.I by byl v současnosti jediným VR headsetem s integrovaným bezdrátovým adaptérem. Díky tomu získává unikátní pozici na trhu. Nejbližší konkurencí je HTC VIVE Pro spolu s jejich VIVE Wireless adapter. HTC je nechvalně na trhu známo kvůli své ceně, VIVE Pro stojí přibližně 23 000 Kč. Cena VIVE Wireless adapter ještě není známa, cena předchozího podobného zařízení na nižší úrovni je cca 12 000 Kč. Sense.I by mohl nabídnout díky integraci obou zařízení do jednoho produktu nižší cenu – odhadem 25 000 Kč.

Stále jde o zařízení vysoké úrovně a tomu odpovídá i cena. Navíc je trh pořád ve fázi první generace, takže není orientován na všední uživatele. Cílovou skupinou tak zůstávají early adopters a majetnější lidé zajímající se o technologie a hraní. Tomu by odpovídal i vstup na trh.

V první fázi by se mělo jednat o získání zájmu té nejužší skupiny influencerů na malém trhu, následně díky získanému ohlasu rozšiřovat povědomí o značce a produktu mezi potenciální uživatele. V další fázi by mělo přijít budování napětí díky unikátní pozici na trhu a následné spuštění prodeje. V celém procesu by měla značka působit jednotně a stanovit si komunikační strategii odpovídající právě své pozici mezi konkurencí.

8.3 Sociální funkce

Jakkoliv se může zdát, že virtuální realita uzavírá uživatele před okolním světem, opak je pravdou. V současnosti existují virtuální online světy umožňující lidem z celého světa setkat se tváří v tvář – tedy alespoň virtuálně. Virtuální realita také pomáhá lidem v domovech důchodců zažít jinak neuskutečnitelná dobrodružství. Typickému uživateli tento produkt umožní zažít virtuální realitu skutečně bez zábran současných produktů.

9 ZÁVĚR

Díky důkladné analýze jsem zjistil, že na trhu nově vzniká nový směr virtuální reality – headsety vázané k externí výpočetní síle a využívající bezdrátového přenosu dat umožněného novou technologií WiGig. Tím se headsety zbavují navázání na kabely a umožňují volný pohyb uživatele po hrací ploše. Zatím však neexistuje VR headset, který by měl tuto technologii integrovanou, ale pouze externí přídatná zařízení.

Rozhodl jsem se tedy navrhnout kompletní produkt s integrovanou technologií bezdrátového přenosu. Mimo to jsem se snažil vyřešit další problémy související především s ergonomií a estetikou produktu.

Výsledkem je esteticky čistý VR headset nabízející kvalitu zážitku odpovídající nejvyšším komerčním produktům na trhu současnosti. Respektuje různé velikosti hlavy, umožňuje nošení dioptrických brýlí a nabízí snadné a intuitivní ovládání. Headset se díky ventilaci nezamlžuje.

K headsetu a jeho plné funkčnosti by byla potřeba další zařízení, jako jsou snímací kamery, bezdrátový vysílač, externí baterie, výkonný počítač a případně ruční ovladače. Tato zařízení nebyla součástí zadání této bakalářské práce, návrh je však respektuje pro další rozšíření.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Virtual Reality Market Size Growth & Analysis, VR Industry Report 2025. *Market Research Reports & Consulting | Grand View Research, Inc.* [online]. 2018, May, 2017 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market>
2. History Of Virtual Reality. *Virtual Reality - Latest Virtual Reality News Headset Reviews* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
3. Google Aims to Make VR Hardware Irrelevant Before It Even Gets Going. MIT Technology Review [online]. November 3, 2015 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.technologyreview.com/s/542991/google-aims-to-make-vr-hardware-irrelevant-before-it-even-gets-going/>
4. ABENT, Eric. VIVE Focus release date narrows, and there's good news. *SlashGear - The Definitive Guide to Tech and Cars* [online]. Mar 21, 2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.slashgear.com/vive-focus-release-date-narrows-and-theres-good-news-21523891/>
5. PORTER, Jon a Nick PINO. HTC Vive Pro: meet the future of HTC's VR headset. *TechRadar | The source for tech buying advice | TechRadar* [online]. 2018 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.techradar.com/news/htc-vive-2-release-date-news-and-rumors>
6. WALTON, Mark. PSVR vs. HTC Vive vs. Oculus Rift vs. Gear VR: Which VR headset should you buy?. *Ars Technica* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://arstechnica.com/gaming/2016/10/best-vr-headset-2016-psvr-rift-vive/>
7. PRESTON, Dominic. HTC Vive Pro review: Hands-on. *Technology reviews, advice, videos, news and forums - Tech Advisor* [online]. 19 Mar 2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.techadvisor.co.uk/review/virtual-reality/htc-vive-pro-review-3670252/>
8. PINO, Nick. Oculus Rift review. *TechRadar | The source for tech buying advice | TechRadar* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.techradar.com/reviews/gaming/gaming-accessories/oculus-rift-1123963/review>
9. PINO, Nick. PlayStation VR review. *TechRadar | The source for tech buying advice | TechRadar* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.techradar.com/reviews/gaming/playstation-vr-1235379/review>

10. FITZSIMMONS, Michelle a Gerald LYNCH. Oculus Go review: This is the headset that will take VR mainstream. *TechRadar | The source for tech buying advice | TechRadar* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.techradar.com/reviews/oculus-go>
11. FITZSIMMONS, Michelle. HTC Vive Focus standalone VR headset launches worldwide later this year. *TechRadar | The source for tech buying advice | TechRadar* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.techradar.com/news/htc-vive-focus-standalone-vr-headset-launches-worldwide-later-this-year>
12. HTC Vive Teardown. *iFixit: The Free Repair Manual* [online]. April 26, 2016 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.ifixit.com/Teardown/HTC+Vive+Teardown/62213>
13. Advancing inside-out motion tracking for immersive mobile VR. *Wireless Technology & Innovation | Mobile Technology | Qualcomm*[online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2017/08/14/advancing-inside-out-motion-tracking-immersive-mobile-vr>
14. NIELD, David. How Oculus Rift works: Everything you need to know about the VR sensation: From your PC to your eyeballs and the bits in between. *Wearable | Smartwatch, fitness tracker & VR news and reviews* [online]. March 29, 2016 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.wearable.com/oculus-rift/how-oculus-rift-works>
15. Oculus Rift CV1 Teardown. *iFixit: The Free Repair Manual* [online]. March 30, 2016 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.ifixit.com/Teardown/Oculus+Rift+CV1+Teardown/60612>
16. Adjacent Reality. *Adjacent Reality* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://adjacentreality.org/>
17. LANGLEY, Hugh. Inside-out v Outside-in: How VR tracking works, and how it's going to change: Positional tracking is one of VR's most interesting challenges. *Wearable | Smartwatch, fitness tracker & VR news and reviews* [online]. May 3, 2017 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.wearable.com/vr/inside-out-vs-outside-in-vr-tracking-343>
18. LANG, Ben. *PlayStation VR Review: Console VR Has Arrived* [online]. Oct 5, 2016 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.roadtovr.com/playstation-vr-review-psvr-console-vr-has-arrived/>
19. WARREN, Tom. HTC announces Vive adapter for wireless VR. *The Verge* [online]. Jan 8, 2018 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2018/1/8/16863304/htc-vive-wireless-adapter-features-ces-2018>

20. *FOVE 0 to become first commercial eye-tracking VR headset* [online]. January 19, 2017 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://www.affinityvr.com/fove-0-first-eye-tracking-vr-headset/>
21. *Playstation VR* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.playstation.com/en-us/explore/playstation-vr/>
22. *Oculus Rift* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift
23. Frequently Asked Questions for Intel® WiGig. *Intel | Data Center Solutions, IoT, and PC Innovation* [online]. 11-Jan-2018 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000007805/network-and-io/wireless-networking.html>
24. Fresnel lens. *Virtual Reality and Augmented Reality Wiki - VR & AR Wiki* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: https://xinreality.com/wiki/Fresnel_lens
25. STEIN, Scott. 2018 could be the year VR cuts the cord. *Product reviews, how-tos, deals and the latest tech news - CNET* [online]. JANUARY 24, 2018 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://www.cnet.com/news/wireless-vr-vive-adapter-ces-2018-tetherless-oculus/>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

| | |
|---------------|--|
| <i>VR</i> | virtuální realita |
| <i>HMD</i> | head mounted display |
| <i>IR</i> | infračervené |
| <i>3D</i> | trojrozměrné |
| <i>3-DoF</i> | tři stupně volnosti |
| <i>6-DoF</i> | šest stupňů volnosti |
| <i>LCD</i> | displej z tekutých krystalů |
| <i>LED</i> | elektroluminiscenční dioda |
| <i>PSVR</i> | Playstation VR |
| <i>PC</i> | počítač |
| <i>AMOLED</i> | typ displeje, využití především u mobilů, počítačů, televizí |
| <i>Hz</i> | hertz |
| <i>g</i> | gram |
| <i>mm</i> | milimetr |
| <i>ABS</i> | akrylonitril-butadien-styren |

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

| | | |
|------------------|--|----|
| obr. 2-1 | Stereoskop [2] | 14 |
| obr. 2-2 | Sensorama [2] | 14 |
| obr. 2-3 | Damoklův meč [2] | 15 |
| obr. 2-4 | Sega Genesis [2] | 15 |
| obr. 2-5 | Google Cardboard [3] | 16 |
| obr. 2-6 | VR headsety s externí výpočetní silou [6] | 17 |
| obr. 2-7 | Samostatný headset HTC VIVE Focus [4] | 18 |
| obr. 2-8 | HTC VIVE Pro [5] | 19 |
| obr. 2-9 | VIVE Wireless Adapter [7] | 19 |
| obr. 2-10 | Oculus Rift [8] | 20 |
| obr. 2-11 | Playstation VR [9] | 21 |
| obr. 2-12 | Oculus Go [10] | 22 |
| obr. 2-13 | HTC VIVE Focus [4] | 22 |
| obr. 2-14 | Displej určený jednomu oku v HTC VIVE [12] | 23 |
| obr. 2-15 | Vytvoření Fresnelovy čočky [24] | 24 |
| obr. 2-16 | Stupně volnosti [13] | 24 |
| obr. 2-17 | Outside-in snímání [17] | 25 |
| obr. 2-18 | Constellation outside-in snímání, pohled IR kamerou [15] | 26 |
| obr. 2-19 | Inside-out snímání [17] | 26 |
| obr. 2-20 | Adjacent Reality tracker [16] | 27 |
| obr. 2-21 | HDMI a USB kabel pro propojení [18] | 28 |
| obr. 2-22 | VIVE Wireless Adapter [19] | 28 |
| obr. 2-23 | Základní deska Oculus Rift CV1 [15] | 29 |
| obr. 2-24 | Ergonomie VR headsetů [20,21,22] | 29 |
| obr. 4-1 | Varianta I | 31 |
| obr. 4-2 | Varianta II | 32 |
| obr. 4-3 | Varianta III | 33 |
| obr. 5-1 | Finální tvarové řešení | 34 |

| | | |
|------------------|---|----|
| obr. 5-2 | Finální tvarové řešení | 35 |
| obr. 5-3 | Čelní segment..... | 36 |
| obr. 5-4 | Vnitřní pohled | 37 |
| obr. 5-5 | Oddalovací tlačítko a mikrofon | 38 |
| obr. 5-6 | Posunutí předního segmentu | 38 |
| obr. 5-7 | Spodní pohled – tlačítko vlevo, mikrofon vpravo | 39 |
| obr. 5-8 | Horní plocha s textilem | 40 |
| obr. 5-9 | Centrální segmennt | 41 |
| obr. 5-10 | Vypínání / zapínání headsetu | 42 |
| obr. 5-11 | Bezdrátový adaptér | 43 |
| obr. 5-12 | Napájení headsetu externí baterií..... | 43 |
| obr. 5-13 | Zadní segment s utahovacím zámkem | 44 |
| obr. 6-1 | Materiály – boční pohled | 46 |
| obr. 6-2 | Materiály – zadní pohled | 47 |
| obr. 6-3 | Vnitřní součásti – boční pohled | 48 |
| obr. 6-4 | Vnitřní součásti – zadní pohled | 49 |
| obr. 6-5 | Napájení pomocí externí baterie | 50 |
| obr. 6-6 | Základní rozměry..... | 52 |
| obr. 6-7 | Ovládání hlasitosti | 53 |
| obr. 6-8 | Utahování | 54 |
| obr. 6-9 | Posouvání předního segmentu | 54 |
| obr. 7-1 | Barevné varianty..... | 56 |
| obr. 7-2 | Logotyp | 57 |
| obr. 7-3 | Použití logotypu na produktu | 58 |

13 SEZNAM PŘÍLOH

Fotografie modelu (A4)

Zmenšený poster (A4)

Poster (A1)

Model (M 1:1)

FOTOGRAFIE MODELU



ZMENŠENÝ POSTER

sense.i VR headset

I. Bezdrátové připojení

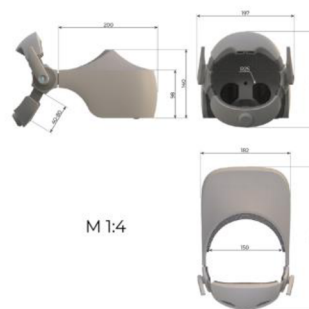
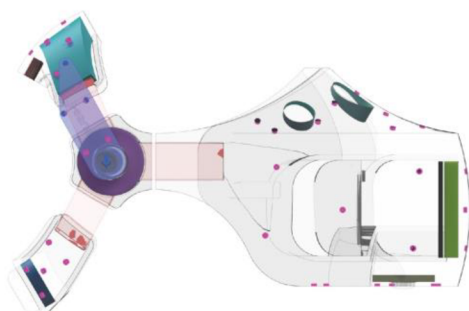
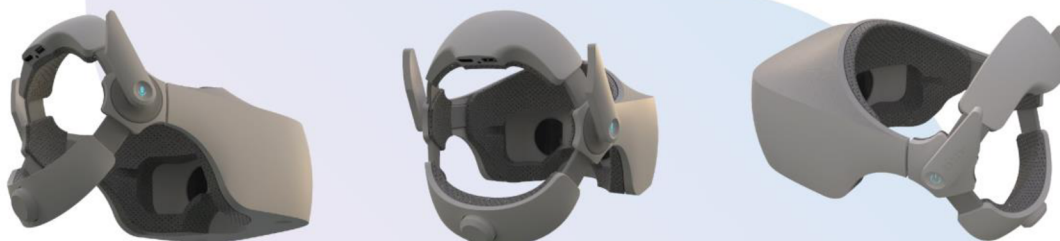
Sense.i je první počítačový VR headset s integrovaným bezdrátovým adaptérem. Díky technologii WiGig stačí zapojit externí baterii pomocí USB a užít si virtuální realitu bez omezení.

II. Intuitivní ovládání

Ovládání hlasitosti se nachází v okolí pravého ucha a díky tomu nabízí snadnou asociaci při používání. Nachází se zde také vypínač mikrofonu, na levé straně je pak vypínač celého headsetu.

III. Ventilace

Čelní plocha je potažena prodyšným textílem, pod kterým je perforovaná, a díky tomu nabízí dlouhé pohodlné nošení bez zamíření čoček.



DESIGN BRÝLÍ PRO VIRTUÁLNÍ REALITU / BAKALÁŘSKÁ PRÁCE / Autor: Jan Blunár / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2017/18

