

1. ZÁKLADNÍ POJMY

V moderní době jsou technologie neodmyslitelnou součástí každodenního života, a to jak v osobním, tak pracovním prostředí. Komplexní realita (XR) zahrnuje široké spektrum technologií, které propojují digitální svět s tím reálným. Mezi klíčové složky XR patří rozšířená realita (AR), virtuální realita (VR) a smíšená realita (MR). Každá z těchto technologií má své specifické vlastnosti, výhody a oblasti využití. Jejich aplikace ve vzdělávání přináší nové příležitosti pro interaktivní a zážitkové učení, což naznačuje i jejich rostoucí popularita v oblasti pedagogiky (*VR Education, 2023*).

Rozšířená realita (AR)

Rozšířená realita (AR) je technologie, která obohacuje reálné prostředí digitálními prvky, jako jsou texty, zvuky nebo 3D objekty (*HashDork, 2023*). Tyto digitální prvky mohou být zobrazovány prostřednictvím zařízení, jako jsou chytré telefony nebo speciální brýle pro AR, jako například Apple Vision Pro (*Yord Studio, 2023*).

Vzdělávací aplikace využívající AR pomáhají studentům lépe porozumět složitým konceptům prostřednictvím interaktivních vizuálních modelů. Například při studiu anatomie mohou studenti zkoumat virtuální modely lidského těla, které jim umožní detailně pochopit biologické procesy nebo strukturu organismů (*VRsafe.cz, 2023*).

Příkladem úspěšného nasazení AR ve výuce je využití této technologie v dějepisu, kde studenti mohou interaktivně prozkoumávat historické události. Obdobné metody jsou efektivní také ve vědeckých disciplínách, například při výuce mechaniky nebo geografie (*VRsafe.cz, 2023*).

Virtuální realita (VR)

Virtuální realita (VR) vytváří simulované prostředí, které uživatele zcela ponoří do digitálního světa (*Interaction Design Foundation, 2023*). Prostřednictvím VR brýlí a ovladačů mohou uživatelé interagovat s tímto prostředím a provádět aktivity, které by v reálném světě mohly být nákladné, nebezpečné nebo dokonce nemožné (*MDPI, 2023*).

Vzdělávací aplikace využívající VR nabízejí různé možnosti, od simulací vědeckých experimentů až po virtuální prohlídky historických míst. Například studenti mohou pomocí VR bezpečně manipulovat s nebezpečnými látkami v chemických laboratořích, což poskytuje praktické zkušenosti bez rizika (*MDPI, 2023*).

Další oblastí využití VR je výuka historie. Studenti mohou prostřednictvím této technologie zažít klíčové momenty historických událostí, jako je například bitva u Waterloo, a to díky detailně vytvořeným simulacím prostředí (*Interaction Design Foundation, 2023*).

Smíšená realita (MR)

Smíšená realita (MR) je technologie, která propojuje digitální prvky s reálným světem, což uživatelům umožňuje interakci s virtuálními objekty, které reagují na fyzické prostředí (**Road to VR, 2023**). Tato technologie je dostupná prostřednictvím pokročilých zařízení, jako je Microsoft HoloLens, která kombinují senzory a výkonné výpočetní technologie (**Yord Studio, 2023**).

Například ve výuce mechaniky mohou studenti v MR prostředí sestavit a simulovat fungování složitých strojů. Tento přístup pomáhá pochopit složité technické procesy a připravuje studenty na praktické situace v reálném světě (**Road to VR, 2023**).

Dalším příkladem využití MR je medicína, kde studenti medicíny mohou provádět virtuální operace na holografických modelech pacientů. To nejen zlepšuje jejich praktické dovednosti, ale také minimalizuje rizika spojená s reálnými zákroky během výuky (**Yord Studio, 2023**).

Komplexní realita (XR)

Komplexní realita (XR) je zastřešujícím termínem pro AR, VR a MR. Tato technologie umožňuje vytvářet interaktivní vzdělávací prostředí, která přinášejí zcela nový zážitek z učení. Kombinace těchto technologií umožňuje studentům učit se způsobem, který je více zapojuje, zlepšuje pochopení témat a rozvíjí praktické dovednosti (**Lifewire, 2023**).

V oblasti výuky jazyků může XR například simulovat situace každodenního života, kde studenti trénují jazykové dovednosti v realistických prostředích, jako jsou restaurace, letiště nebo obchodní schůzky. Podobně v technických oborech může XR pomoci pochopit složité procesy, jako je programování robotů nebo analýza dat (**MDPI, 2023**).

2. VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÁ REALITA

2.1 Historie virtuální a rozšířené reality

Historie virtuální a rozšířené reality (VR a AR) je charakteristická neustálými inovacemi a technologickým pokrokem. Od prvních pokusů o simulaci zážitků v polovině 20. století až po moderní zařízení kombinující VR a AR se jedná o dynamicky se vyvíjející oblast, která postupně mění způsob, jakým vnímáme a interagujeme se světem (**VR Education, 2023**).

Počátky virtuální reality

První koncepty virtuální reality sahají až do 50. let 20. století. Jedním z nejvýznamnějších průkopníků této technologie byl Morton Heilig, který v roce 1956 vyvinul zařízení nazvané Sensorama. Tento multimediální systém kombinoval stereoskopický obraz, zvuk, vibrace, a dokonce i vůně, což uživatelům poskytovalo intenzivní zážitek (**MDPI, 2023**). Přestože byl Sensorama technologicky pokročilý, jeho praktické využití bylo kvůli omezením tehdejší techniky velmi limitované.

Další významný krok přišel v roce 1968, kdy Ivan Sutherland a jeho tým vyvinuli první VR headset známý jako Sword of Damocles. Tento přístroj, zavěšený na stropě kvůli své váze, umožňoval základní vizualizaci 3D prostředí. Ačkoli šlo spíše o experimentální projekt, položil základy pro další vývoj virtuální reality (*Yord Studio, 2023*).

Rozvoj rozšířené reality

Rozšířená realita (AR) čerpá z pokroků v počítačové grafice a senzorové technologii. První praktické aplikace AR byly vyvinuty v 90. letech, kdy Louis Rosenberg představil systém Virtual Fixtures. Tento systém sloužil především vojenským účelům a umožňoval uživatelům manipulovat s virtuálními objekty v reálném světě (*Interaction Design Foundation, 2023*).

V komerční sféře získala AR větší význam s rozšířením chytrých telefonů a mobilních aplikací. Zlomový okamžik nastal v roce 2016, kdy hra Pokémon GO přinesla rozšířenou realitu do rukou milionů uživatelů po celém světě. Tento projekt demonstroval, jak AR může obohatit každodenní zkušenosti uživatelů, a otevřel dveře dalším inovacím v oblasti vzdělávání, zábavy a podnikání (*HashDork, 2023*).

Moderní vývoj

Po roce 2010 došlo k výraznému pokroku jak v oblasti VR, tak AR. Uvedení headsetů¹ jako Oculus Rift a HTC Vive znamenalo revoluci v herním a zábavním průmyslu, zatímco zařízení jako Microsoft HoloLens ukázala, jak může AR změnit způsob práce a vzdělávání. Tato zařízení kombinují pokročilé senzory s výkonným výpočetním hardwarem, což umožňuje realistické a pohlcující interakce (*VRsafe.cz, 2023*).

Nejnovější generace zařízení, jako je Meta Quest 3, spojuje technologie VR a AR do jedné platformy, čímž uživatelům poskytuje komplexní zážitky. Tyto systémy otevírají nové možnosti nejen ve vzdělávání, ale i v oblastech jako medicína, průmyslový design nebo virtuální spolupráce (*MDPI, 2023*).

2.2 Technické aspekty

Technologie rozšířené reality (AR), virtuální reality (VR) a komplexní reality (XR) jsou postaveny na pokročilých kombinacích hardwaru a softwaru, které uživateli umožňují interaktivní a pohlcující zážitky. Tyto technologie se stávají klíčovou součástí moderního vzdělávání, zábavy i průmyslových aplikací díky jejich schopnosti vytvářet realistická digitální prostředí a obohacovat reálný svět virtuálními prvky (*VR Education, 2023*).

¹ Zařízení, které kombinuje sluchátka a zobrazovací technologii, obvykle používané pro virtuální realitu (VR) nebo rozšířenou realitu (AR). Headsety disponují obrazovkami, senzory pohybu a často i integrovaným audiem, což umožňuje uživatelům ponořit se do interaktivních digitálních prostředí. Zdroj: Interaction Design Foundation, 2023.

Virtuální realita (VR)

Virtuální realita (VR) vytváří plně digitální prostředí, které uživatele zcela izoluje od fyzického světa. Klíčové komponenty zařízení VR zahrnují displej, snímače pohybu a ovládací prvky. Například brýle jako Oculus Quest nebo Meta Quest využívají displej s vysokým rozlišením, který zobrazuje trojrozměrné prostředí obklopující celé zorné pole uživatele (*HashDork, 2023*).

Snímače pohybu hrají zásadní roli při sledování polohy hlavy, rukou a těla uživatele. Tyto senzory umožňují interakci s virtuálním světem prostřednictvím přirozených pohybů nebo pomocí ovladačů, které detekují přesné polohy prstů a tlaku. Díky vysoké obnovovací frekvenci displeje a minimálnímu zpoždění mezi pohybem a reakcí prostředí VR poskytuje realistický a pohlcující zážitek (*Interaction Design Foundation, 2023*).

VR technologie se hojně využívá v herním průmyslu, avšak její uplatnění ve vzdělávání je stále širší. Například studenti mohou provádět chemické experimenty v bezpečném simulovaném prostředí nebo procházet historická místa v jejich původní podobě (*MDPI, 2023*).

Rozšířená realita (AR)

Rozšířená realita (AR) funguje na jiném principu než virtuální realita (VR). Místo toho, aby zcela nahrazovala reálné prostředí, AR ho doplňuje digitálními prvky, které mohou zahrnovat texty, 3D modely nebo animace (*VRsafe.cz, 2023*). Tato technologie se spoléhá na senzory a kamery, které analyzují okolní prostředí v reálném čase. Na základě této analýzy se digitální prvky umístí do reálného světa a uživatel je může sledovat a interagovat s nimi prostřednictvím chytrých telefonů, tabletů nebo speciálních brýlí, jako je Apple Vision Pro (*Yord Studio, 2023*).

AR technologie je široce využívána například ve vzdělávání, kde umožňuje studentům zkoumat složité koncepty, jako jsou anatomické modely lidského těla nebo mechanické stroje, v interaktivní formě. Kromě toho má AR velký potenciál ve zdravotnictví a průmyslu, kde pomáhá při školení a vizualizaci složitých procesů (*HashDork, 2023*).

Smíšená realita (MR)

Smíšená realita (MR) kombinuje prvky rozšířené reality (AR) a virtuální reality (VR), což uživatelům umožňuje přirozeně interagovat s digitálními objekty v reálném prostředí. Tato technologie je schopna zpracovávat jak fyzické, tak digitální vstupy, což vytváří efekt, kdy virtuální objekty působí jako součást reálného světa. Například uživatel může manipulovat s virtuálními nástroji nebo zařízeními, které reagují na jeho pohyby v reálném čase (*Road to VR, 2023*).

Pro smíšenou realitu je klíčový pokročilý hardware, jako je Microsoft HoloLens, který kombinuje senzory, kamery a výkonné procesory. Tato technologie nachází uplatnění zejména

v průmyslu, kde se využívá při simulacích složitých montážních procesů, a také ve zdravotnictví, kde umožňuje studentům medicíny provádět operace na holografických modelech pacientů (**Interaction Design Foundation, 2023**).

Rozdíl mezi AR, VR a MR spočívá především v úrovni interakce s reálným a digitálním světem. Virtuální realita (VR) zcela nahrazuje fyzický svět simulovaným prostředím, ve kterém je uživatel plně ponořen. Naproti tomu rozšířená realita (AR) ponechává reálné prostředí viditelné a doplňuje ho digitálními prvky, které obohacují uživatelský pohled na svět. Smíšená realita (MR) jde ještě dál tím, že umožňuje interakci mezi fyzickými a digitálními objekty, čímž vytváří dynamické prostředí, kde se virtuální a skutečné prvky vzájemně ovlivňují. Tento rozdíl je zásadní pro pochopení možností a aplikací jednotlivých technologií, od plně simulovaných prostředí VR přes augmentaci reality v AR až po propojení obou světů v MR (**Interaction Design Foundation, 2023**).

Komplexní realita (XR)

Komplexní realita (XR) je zastřešující termín pro AR, VR a MR. Tato technologie umožňuje různé úrovně ponoření do digitálního světa, od jednoduchého obohacení reality digitálními prvky (AR), přes interakci mezi fyzickými a virtuálními objekty (MR), až po kompletní ponoření do simulovaného prostředí (VR) (**Lifewire, 2023**).

Moderní zařízení, jako je Meta Quest 3, kombinují schopnosti VR a AR do jediné platformy. Uživatelé mohou plynule přecházet mezi plně virtuálním světem a rozšířenou realitou, aniž by museli sundávat headset. Tato schopnost činí XR univerzální technologií, která nachází uplatnění nejen v oblasti zábavy, ale také ve vzdělávání a průmyslu. Například při výuce jazyků mohou studenti simulovat reálné rozhovory v interaktivních prostředích, zatímco v technických oborech mohou trénovat na modelech složitých strojů (**MDPI, 2023**).

2.3 Dostupná technologie na trhu virtuální reality

Virtuální realita (VR) je dynamicky se rozvíjející oblast technologií, která se stává součástí různých aspektů lidského života, od zábavy přes průmyslové aplikace až po vzdělávání. S rostoucím pokrokem v oblasti počítačového výkonu, miniaturizace zařízení a pokročilých senzorů jsou na trhu dostupné VR systémy, které nabízejí realistické a pohlcující zážitky (**Interaction Design Foundation, 2023**). Mezi tyto systémy patří jak samostatné headsety, které umožňují okamžitou mobilitu, tak pokročilé nástroje vyžadující výkonné počítače pro optimalizovaný výkon (**VRsafe.cz, 2023**).

Hlavní výrobci zařízení, jako Meta, HTC, Valve, Sony, PICO a další, konkurují v poskytování unikátních funkcí, jako je vysoké rozlišení, rychlá odezva, ergonomie nebo inovativní ovladače (**Yord Studio, 2023**). Přístroje se přizpůsobují různým uživatelským požadavkům – od cenově dostupných variant pro začátečníky po profesionální nástroje určené pro vědecké simulace či kreativní design (**HashDork, 2023**).

Na trh se dostávají i inovace kombinující virtuální a rozšířenou realitu (AR), čímž vzniká tzv. komplexní realita (XR), která nabízí vyšší flexibilitu využití **(MDPI, 2023)**. Vývoj těchto zařízení ukazuje rostoucí tendence propojovat různé technologické světy, což přispívá k integraci VR nejen do světa zábavy, ale i do vzdělávacího procesu, zdravotnictví či průmyslu **(Lifewire, 2023)**.

Jednotlivá zařízení, jako Meta Quest 3, HTC Vive Pro 2, Valve Index, PICO 4 nebo PlayStation VR2, reprezentují různé přístupy k VR **(Road to VR, 2023)**. Některé se zaměřují na mobilitu a dostupnost, jiné na technické specifikace přizpůsobené náročným aplikacím. Tyto rozdíly v technologických schopnostech a uživatelském zaměření definují diverzitu VR **ekosystému**².

Meta Quest 3

Meta Quest 3 je jedním z nejpokročilejších bezdrátových headsetů na trhu, který kombinuje technologie virtuální i rozšířené reality. Díky výkonnému procesoru, vyššímu rozlišení a širšímu zornému poli nabízí zařízení pohlcující zážitky, ať už při hrách, vzdělávání, nebo jiných aplikacích **(HashDork, 2023)**. Headset funguje samostatně bez nutnosti připojení k počítači, což ho činí dostupným i pro běžné uživatele. Zároveň však umožňuje propojení s PC, čímž otevírá možnosti pro náročnější VR aplikace **(Interaction Design Foundation, 2023)**.

Podpora jak VR, tak AR dělá z Meta Quest 3 univerzální nástroj, který najde uplatnění ve školách, kde může simulovat interaktivní vzdělávací prostředí, nebo ve firemním prostředí pro školení zaměstnanců **(MDPI, 2023)**.



Obrázek 1: Meta Quest 3

² VR ekosystém zahrnuje různé komponenty, jako jsou zobrazovací zařízení, interaktivní ovladače, prostorové senzory a vývojové platformy, jež společně umožňují propojení uživatelů s virtuálním světem (MDPI, 2023).

HTC Vive Pro 2

HTC Vive Pro 2 je high-end³ VR headset navržený pro profesionální použití a náročné uživatele. Nabízí rozlišení 2448 x 2448 pixelů na oko a široké zorné pole, které dosahuje až 120 stupňů. Díky těmto vlastnostem poskytuje realistický a pohlcující zážitek. Významnou výhodou zařízení je jeho modularita – uživatelé mohou připojit různá příslušenství, jako jsou senzory pro sledování pohybu celého těla nebo speciální ovladače, což rozšiřuje jeho využití v průmyslových aplikacích, vědeckém výzkumu nebo lékařském vzdělávání (**Interaction Design Foundation, 2023**).

HTC Vive Pro 2 však vyžaduje připojení k výkonnému počítači, což může být pro některé uživatele překážkou. Na druhé straně je tento headset ideální pro simulace, například při školení technických pracovníků, kde se vyžaduje vysoká úroveň detailů a přesnosti (**VRsafe.cz, 2023**).



Obrázek 2: HTC Vive Pro 2

Valve Index

Valve Index je prémiový VR headset, který je známý svou vysokou kvalitou zobrazení a precizností. Nabízí rozlišení 1440 x 1600 pixelů na oko a obnovovací frekvenci až 144 Hz, což zajišťuje mimořádně plynulý vizuální zážitek. Headset je vybaven pokročilými ovladači, které umožňují přesné sledování pohybu prstů, a externími senzory, jež zajišťují dokonalou prostorovou orientaci. Výhodou je také precizní sledování pohybu díky externím sensorům, které zajišťují vysokou přesnost interakcí ve virtuálním prostředí. Valve Index je ideální pro uživatele, kteří hledají nejlepší kvalitu zobrazení a ovládání, a nevadí jim vyšší cena a složitější instalace (**Road to VR, 2023**).

³ High-end: Označení pro produkty nejvyšší kvality, výkonu a technologické úrovně v dané kategorii, obvykle spojené s vyšší cenou a pokročilými funkcemi.

Valve Index je často využíván profesionály v kreativních odvětvích, jako je design nebo filmová produkce. V oblasti vzdělávání nachází uplatnění zejména tam, kde je potřeba vysoká míra realismu, například při simulaci chirurgických zákroků nebo konstrukčních procesů. Nevýhodou je jeho vyšší cena a složitější instalace, což ho činí méně dostupným pro běžné uživatele (*Lifewire, 2023*).



Obrázek 3: Valve Index

PICO 4

PICO 4 je cenově dostupný samostatný VR headset, který je ideální pro uživatele hledající kvalitní, ale ekonomické řešení. Nabízí rozlišení 2160 x 2160 pixelů na oko a široké zorné pole, díky čemuž poskytuje ostrý a plynulý vizuální zážitek. Headset je lehký, ergonomicky navržený a podporuje jak samostatný provoz, tak připojení k PC pro náročnější aplikace (*Yord Studio, 2023*).

Díky své cenové dostupnosti je PICO 4 vhodný pro začínající uživatele VR, stejně jako pro školy a vzdělávací instituce, které chtějí implementovat virtuální realitu do výuky bez vysokých investic. Jeho podpora pro sociální interakce a zábavu z něj dělá flexibilní zařízení s mnoha možnostmi využití (*VRsafe.cz, 2023*).



Obrázek 4: PICO 4

PlayStation VR2

PlayStation VR2 je navržený pro herní konzoli PlayStation 5 a zaměřuje se na poskytnutí špičkového herního zážitku ve VR. Headset nabízí rozlišení 2000 x 2040 pixelů na oko, podporu 4K HDR a pokročilé funkce, jako je sledování očí a hmatová zpětná vazba. Díky těmto vlastnostem zajišťuje realistický obraz a přirozenou interakci **(HashDork, 2023)**.

PlayStation VR2 je ideální pro vzdělávání v oblasti herního designu nebo pro simulace, které lze spustit na konzoli PlayStation 5. Jeho intuitivní ovládání a pohodlný design ho činí atraktivní volbou pro uživatele, kteří chtějí kombinovat zábavu a vzdělávání na jedné platformě **(MDPI, 2023)**.



Obrázek 5: PlayStation VR2

Shrnutí

Přehled dostupných zařízení pro virtuální realitu na trhu ukazuje širší možnosti, které tato technologie nabízí. Od cenově dostupných a snadno použitelných modelů, jako je PICO 4, až po špičkové headsety, jako HTC Vive Pro 2 a Valve Index, si uživatelé mohou vybrat zařízení odpovídající jejich potřebám a rozpočtu **(Yord Studio, 2023)**.

Zařízení, jako Meta Quest 3 a PlayStation VR2, přinášejí inovace v oblasti kombinace virtuální a rozšířené reality, což zvyšuje jejich univerzálnost a aplikační potenciál (MDPI, 2023). Tyto systémy nacházejí uplatnění v širokém spektru oborů, včetně vzdělávání, zdravotnictví, průmyslových simulací i zábavy **(Interaction Design Foundation, 2023)**.

Virtuální realita tak rozšiřuje hranice digitální interakce a nabízí nástroje, které mohou zlepšit efektivitu, kreativitu a zážitek uživatelů napříč různými odvětvími. Neustálý vývoj a integrace nových technologií ukazují potenciál VR stát se klíčovým prvkem moderní společnosti **(Interaction Design Foundation, 2023)**.

2.4 Dostupná technologie na trhu rozšířené reality

Rozšířená realita (AR) se stává stále více součástí každodenního života díky pokročilým zařízením, která uživatelům umožňují realistickou interakci s digitálním obsahem v reálném světě (**HashDork, 2023**). Výrobci jako Apple, Microsoft, XREAL nebo Magic Leap přinášejí na trh širokou škálu AR brýlí, které pokrývají potřeby běžných uživatelů i profesionálů v různých odvětvích (**Yord Studio, 2023**). Tato zařízení kombinují nejmodernější technologie, jako je sledování pohybu očí, intuitivní ovládání gesty nebo vysoce přesné promítání digitálních objektů (**VRsafe.cz, 2023**).

V této kapitole představíme nejvýznamnější zařízení dostupná na trhu, jejich hlavní vlastnosti a zaměření na specifické uživatelské skupiny. Od cenově dostupných a přenosných AR brýlí určených pro každodenní použití až po pokročilé systémy vyvinuté pro náročné profesionální aplikace v průmyslu, zdravotnictví a vzdělávání (**MDPI, 2023**). Tyto technologie nejen rozšiřují možnosti vizualizace a interakce s daty, ale také zlepšují efektivitu a přesnost pracovních procesů napříč obory (**Interaction Design Foundation, 2023**).

XREAL Air 2 Pro AR Glass

XREAL Air 2 Pro AR Glass je cenově dostupné řešení, které uživatelům nabízí vysoce funkční zážitky s rozšířenou realitou (**VRsafe.cz, 2023**). Vyniká svou jednoduchostí použití a širokou kompatibilitou s mobilními zařízeními, což z něj činí univerzální nástroj pro různé potřeby (**HashDork, 2023**). Uživatelé mohou zobrazovat digitální obsah, jako jsou videa, hry nebo pracovní dokumenty, přímo před sebou, čímž zařízení rozšiřuje možnosti produktivity i zábavy (**Yord Studio, 2023**).



Obrázek 6: XREAL Air Pro AR Glass

Díky kompaktnímu designu a snadné přenositelnosti jsou XREAL Air 2 Pro ideální volbou pro spotřebitele hledající pohodlné a cenově přístupné AR brýle pro každodenní použití (**Interaction Design Foundation, 2023**).

Apple Vision Pro

Apple Vision Pro je pokročilé zařízení pro rozšířenou realitu, které uživatelům umožňuje plynulou interakci s digitálním obsahem v reálném světě **(Yord Studio, 2023)**. Brýle snímají pohyb očí a rukou, což poskytuje velmi intuitivní ovládání, aniž by bylo potřeba fyzických ovladačů **(HashDork, 2023)**. Díky vysokému rozlišení a pokročilým senzorům poskytuje Apple Vision Pro jedinečný AR zážitek, který nachází uplatnění ve vzdělávání, podnikání i zábavě **(Interaction Design Foundation, 2023)**. Cena tohoto zařízení je však výrazně vyšší než u jiných srovnávaných produktů, což může omezit jeho dostupnost pro širší publikum **(VRsafe.cz, 2023)**.



Obrázek 7: Apple Vision Pro

HoloLens 2

Microsoft HoloLens je významným zařízením na trhu smíšené reality, které kombinuje pokročilé technologie pro interakci s digitálními hologramy v reálném světě **(Interaction Design Foundation, 2023)**. Headset je vybaven průhledným displejem, který umožňuje uživatelům vidět své okolí, zatímco manipulují s digitálními objekty, což vytváří jedinečný zážitek kombinující fyzickou a virtuální realitu **(Road to VR, 2023)**.



Obrázek 8: HoloLens 2

HoloLens je populární zejména v průmyslových odvětvích, jako jsou inženýrství, architektura a zdravotnictví, kde nachází využití při školení, návrhu složitých struktur a vizualizaci dat (**VRsafe.cz, 2023**). Díky své pokročilé technologii a širokým možnostem aplikace je však HoloLens cenově náročnější, což ho činí vhodným především pro profesionální využití v komerčních a průmyslových prostředích (**Yord Studio, 2023**).

Magic Leap 2

Magic Leap 2 je pokročilé zařízení navržené pro průmyslové a profesionální aplikace, které umožňuje realistické promítání digitálních objektů do reálného světa (**Interaction Design Foundation, 2023**). Díky svému lehkému designu a výkonným funkcím nabízí uživatelům pohodlí při dlouhodobém používání a vysokou míru přesnosti, což je klíčové v náročných oborech, jako je zdravotnictví, výroba nebo architektura (**Road to VR, 2023**).



Obrázek 9: Magic Leap

Jeho optický systém je mimořádně precizní, což umožňuje realistickou interakci s digitálními hologramy a detailní vizualizace potřebné například při chirurgických simulacích, návrzích budov nebo optimalizaci výrobních procesů (**VRsafe.cz, 2023**). Magic Leap 2 se zaměřuje na efektivitu a přesnost, čímž splňuje požadavky profesionálů na školení, diagnostiku a simulace v reálném čase (**MDPI, 2023**). Přestože je cena zařízení vyšší, jeho funkce odpovídají náročným potřebám profesionálních uživatelů, což ho činí jednou z nejlepších voleb v této kategorii (**HashDork, 2023**).

Vuzix Blade Upgraded

Vuzix Blade Upgraded je lehké a ergonomicky navržené zařízení, které cílí na profesionální uživatele v oblastech, jako jsou logistika, průmyslová údržba a terénní práce (**Yord Studio, 2023**). Jeho průhledný displej umožňuje promítání digitálních informací přímo do zorného pole uživatele, což výrazně zvyšuje efektivitu práce, zejména v situacích, kdy je třeba mít volné ruce pro manipulaci s fyzickými objekty (**Interaction Design Foundation, 2023**).



Obrázek 10: Vuzix Blade Upgraded

Díky své dostupné ceně a snadné implementaci do pracovních procesů představuje Vuzix Blade Upgraded atraktivní řešení pro podniky, které hledají efektivní a cenově přijatelné AR technologie (**HashDork, 2023**). Zmíněné zařízení nachází uplatnění zejména při vizualizaci dat, navigaci nebo komunikaci v reálném čase, což jej činí ideálním pro široké spektrum průmyslových aplikací (**VRsafe.cz, 2023**).

Shrnutí

Výše uvedený seznam představuje pět nejlepších AR brýlí dostupných na trhu, které pokrývají široké spektrum užití – od cenově dostupných řešení pro běžné spotřebitele, jako jsou XREAL Air 2 Pro AR Glass a Vuzix Blade Upgraded, až po pokročilá zařízení zaměřená na profesionální trhy, jako jsou Apple Vision Pro, HoloLens 2 a Magic Leap 2 (**Yord Studio, 2023**). Každé z těchto zařízení nabízí unikátní funkce a výhody, které reflektují specifické potřeby různých uživatelů (**VRsafe.cz, 2023**).

Současné využití komplexní reality v těchto zařízeních umožňuje nejen zobrazování digitálního obsahu přes reálný svět, ale také interakci s virtuálními objekty, které se jeví jako součást skutečného prostředí (**Interaction Design Foundation, 2023**). To otevírá nové možnosti v oblasti vzdělávání, průmyslové údržby, designu a zdravotní péče (**MDPI, 2023**).

Od lehkých, snadno přenosných brýlí pro každodenní použití až po robustní zařízení schopná podporovat komplexní pracovní procesy – tato AR řešení postupně mění způsob, jakým vnímáme a pracujeme s informacemi v reálném čase (*HashDork, 2023*).

2.5 Současné využití komplexní reality

Komplexní realita (XR), zahrnující rozšířenou realitu (AR), virtuální realitu (VR) a smíšenou realitu (MR), se stala důležitou součástí mnoha průmyslových odvětví, kde pomáhá zlepšovat efektivitu, snižovat náklady a vytvářet nové příležitosti. Níže jsou uvedeny klíčové oblasti, ve kterých se technologie XR dnes využívá (*MDPI, 2023*).

Průmyslová výroba a design

Jednou z hlavních oblastí využití XR je průmyslová výroba. Firmy využívají rozšířenou realitu k zefektivnění návrhu výrobků a optimalizaci výrobních procesů. Například inženýři mohou pomocí AR brýlí vidět virtuální součástky namontované přímo na skutečných strojích, což zrychluje návrh a zvyšuje přesnost montáže (*VR Education, 2023*). Virtuální realita umožňuje simulovat celý výrobní proces a testovat nové návrhy v bezpečném a kontrolovaném prostředí (*Yord Studio, 2023*).

Zdravotnictví

Technologie XR pronikla také do zdravotnictví, kde přináší revoluční možnosti pro trénink lékařů i přímou péči o pacienty. Chirurgové mohou pomocí AR brýlí vidět anatomické struktury pacienta přímo během operace, což umožňuje přesnější a bezpečnější zákroky (*Interaction Design Foundation, 2023*). Virtuální realita se používá při tréninku lékařů, kde mohou procvičovat komplexní operace na virtuálních pacientech bez rizika (*Lifewire, 2023*). V oblasti terapie se VR využívá k léčbě psychických poruch, jako je posttraumatická stresová porucha (PTSD) nebo fobie (*VRsafe.cz, 2023*).

Vzdělávání a výcvik

Ve vzdělávání XR pomáhá vytvářet interaktivní a atraktivní výukové prostředí. Studenti mohou pomocí VR navštívit vzdálená místa, jako jsou historické památky nebo vesmírné stanice, což výrazně obohacuje tradiční učební postupy (*Road to VR, 2023*). Simulace v rozšířené realitě umožňují studentům interagovat s 3D modely v reálném čase a získat hlubší pochopení složitých témat, jako je anatomie nebo fyzika (*HashDork, 2023*). Velmi významné je také využití XR v odborném výcviku, například pro simulaci nebezpečných situací, které je obtížné a nákladné nacvičovat v reálném světě (*MDPI, 2023*).

Zábava a hry

Jednou z nejznámějších oblastí, kde je XR široce využívána, je zábavní průmysl. Virtuální realita umožňuje vytvářet plně imerzivní⁴ herní zážitky, kde hráči mohou fyzicky prozkoumávat virtuální světy (*Yord Studio, 2023*). Rozšířená realita se také prosadila v mobilních hrách, jako je Pokémon GO, která byla jednou z prvních velkých AR her (*Interaction Design Foundation, 2023*). Kromě her se XR využívá i v dalších formách zábavy, jako jsou interaktivní filmové zážitky nebo virtuální koncerty (*VRsafe.cz, 2023*).

Maloobchod a marketing

V maloobchodě a marketingu XR nabízí nové způsoby, jak zaujmout zákazníky. Pomocí AR mohou zákazníci virtuálně vyzkoušet produkty, jako jsou oblečení nebo nábytek, a vidět, jak by vypadaly v jejich domovech, ještě před zakoupením (*Lifewire, 2023*). To nejen zlepšuje zákaznickou zkušenost, ale také snižuje počet vrácených produktů. VR se v marketingu využívá k vytváření strhujících reklamních zážitků, které dokážou upoutat pozornost a zanechat silný dojem (*Road to VR, 2023*).

2.6 Perspektivy do budoucna

S dalším rozvojem technologie se očekává, že komplexní realita přinese v následujících letech ještě větší změny. Vývoj výkonnějšího hardwaru a pokroky v umělé inteligenci⁵ (AI) otevrou dveře pro nové aplikace a vylepšení stávajících technologií (*MDPI, 2023*).

Pokroky v lékařství

Budoucnost XR v medicíně zahrnuje sofistikovanější chirurgické nástroje založené na AR, které budou lékařům umožňovat operace s minimální invazí díky přesným holografickým obrazům (*Interaction Design Foundation, 2023*). Virtuální pacienti se stanou standardní součástí medicínského výcviku, což zvýší bezpečnost a dovednosti zdravotnického personálu (*Lifewire, 2023*).

Virtuální pracovní prostory

S rozvojem práce na dálku se očekává růst poptávky po virtuálních pracovních prostorech. Pomocí VR a AR budou zaměstnanci moci spolupracovat v realisticky vyhlížejících prostředích, kde budou přítomni virtuálně a budou mít přístup k interaktivním nástrojům. Tyto technologie nejen sníží náklady na cestování, ale také zlepší efektivitu týmové spolupráce a komunikace (*Road to VR, 2023*).

⁴ Imerzivní označuje zážitek, který uživatele hluboce vtahuje do prostředí či situace, často za pomoci technologií jako virtuální realita (VR) nebo rozšířená realita (AR), aby měl pocit, že je součástí simulovaného světa (Encora, 2023).

⁵ Umělá inteligence (AI) je interdisciplinární obor informatiky, který se zaměřuje na vývoj systémů schopných provádět úkoly, jež obvykle vyžadují lidskou inteligenci. Tyto úkoly zahrnují rozpoznávání řeči, analýzu dat, rozhodování nebo učení z dat. AI zahrnuje různé technologie, jako jsou strojové učení, neuronové sítě a zpracování přirozeného jazyka (Russell & Norvig, 2021).

Personalizované vzdělávání

Ve školství umožní pokroky v XR přizpůsobit výuku každému studentovi individuálně. Pomocí adaptivních výukových platforem bude možné vytvořit učební prostředí, které reaguje na pokrok studenta a nabízí personalizované výzvy a obsah. To umožní zvýšit efektivitu vzdělávání a snížit rozdíly mezi různými úrovněmi potenciálních příjemců (*HashDork, 2023*).

Pokročilé uživatelské rozhraní

Další vývoj XR zahrnuje vytvoření přirozenějších uživatelských rozhraní. Místo používání ovladačů budou uživatelé interagovat s virtuálními světy prostřednictvím gest, hlasových příkazů nebo dokonce čtení mozkových vln. Tento pokrok výrazně zjednoduší používání XR technologií a zpřístupní je širší veřejnosti (*VRsafe.cz, 2023*).

Metaverse a virtuální ekosystémy

Budoucnost XR se pravděpodobně bude točit kolem tzv. metaverza⁶, což je virtuální ekosystém, kde se lidé mohou setkávat, obchodovat, pracovat a bavit se v plně digitálním světě (*Yord Studio, 2023*). Společnosti jako Meta (dříve Facebook) již investují miliardy dolarů do vytvoření těchto virtuálních světů, které mohou přinést revoluci v tom, jak lidé interagují a komunikují (*VR Education, 2023*).

Technologie XR tedy má nejen široké využití v současnosti, ale i obrovský potenciál pro budoucí aplikace, které mohou zásadně změnit průmyslové odvětví, vzdělávání i každodenní život.

⁶ Slovo *metaverza* pochází z knihy "Snow Crash" od Neala Stephensona z roku 1992, kde popisuje virtuální svět, ve kterém lidé komunikují prostřednictvím avatarů. Termín vznikl spojením předpony *meta-* (znamenající "za" nebo "nad") a slova *universe* (vesmír), čímž označuje svět mimo realitu.

PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části bude pozornost nejdříve věnována hodnocení dostupné hardwarové technologie (kapitola 3.), dále pak recenzím vybraných výukových jazykových nástrojů (kapitola 4.). Na základě zkušeností z hodnocení hardware a recenzí existujících aplikací bude vytvořen testovací prototyp virtuální jazykové školy (kapitola 5.).

3. VÝBĚR POUŽITÉ TECHNOLOGIE

Nejdříve bude zpracováno hodnocení nejpoužívanějších AR headsetů, a to v kapitole 3.1. Následuje výběr VR technologie, přičemž u obou kategorií budou zařízení hodnocena podle pěti základních kritérií, a to ceny, kvality obrazu, funkčnosti, komfortu používání a stupně inovativnosti řešení.

3.1 Rozšířená realita

Bodovací systém VR headsetů je založený na klíčových parametrech: cena, rozlišení a kvalita obrazu, funkčnost a kompatibilita, komfort a ergonomie, a inovace a doplňkové funkce. Každé AR brýle budou hodnoceny s maximem 100 bodů.

3.1.1 Hodnocení kategorií

1. Cena (max. 20 bodů)

XREAL Air 2 Pro boduje velmi vysoko díky své cenové dostupnosti, jejich aktuální cena v České republice se pohybuje kolem 14 tis. Kč (**VR Education, 2023**). Jedná se o nejlevnější model ve výběru, proto brýle obdržely 19 bodů. Apple Vision Pro je aktuálně absolutní novinkou na trhu, jejich cena začíná na 100 tis. Kč (za 256GB model), přičemž 1TB konfigurace stojí přibližně 120 tis. Kč (**YORD Studio, 2023**). Aktuálně se dokonce v ČR nedají pořídit, je nutné set objednat ze zahraničí, například z Německa (**HashDork, 2023**). Bodové hodnocení je nejnižší ze všech modelů, tedy 6 bodů.

Cena HoloLens 2 a Magic Leap 2 je u obou modelů mezi 80 a 100 tis. Kč (**Lifewire, 2023**), proto získávají shodné hodnocení v kategorii cena, a to 8 bodů. Vuzix Blade Upgraded se umísťuje ve středu hodnocení se svou cenou kolem 20 tis. Kč (**Road to VR, 2023**) jako dostupnější řešení než některé pokročilé modely uvedené výše a získává 15 bodů.

2. Rozlišení a kvalita obrazu (max. 30 bodů)

Apple Vision Pro získává plný počet bodů díky svému špičkovému rozlišení (4K, neboli 3840 x 2160) a bezkonkurenční obrazové kvalitě (**MDPI, 2023**). Jedná se o absolutního vítěze v této kategorii. HoloLens 2 (rozlišení 2048 x 1080) mají vyšší rozlišení než XREAL Air 2 Pro, což vysvětluje jejich vyšší hodnocení (**Interaction Design Foundation, 2023**). I když nedosahují kvality Apple Vision Pro, stále poskytují velmi detailní obraz vhodný pro profesionální aplikace (**YORD Studio, 2023**).

Magic Leap 2 (1440 x 1760 na oko) jsou také hodnoceny velmi vysoko díky vysokému rozlišení na každé oko, což přispívá k ostrému a jasnému zobrazení (**Road to VR, 2023**). Obě posledně uvedené technologie nabízejí srovnatelné, vysoce nadstandardní parametry a jsou tedy shodně hodnoceny 28 body. XREAL Air 2 Pro, s rozlišením 1920 x 1080, získaly relativně dobré hodnocení. Jejich Full HD rozlišení je dostatečné pro běžné použití, ale zaostává za špičkovějšími modely, proto jsou hodnoceny 22 body (**VRsafe.cz, 2023**). Vuzix Blade Upgraded (480 x 853 na oko) obdržely nejnižší hodnocení 20 bodů, protože jejich rozlišení je poměrně nízké ve srovnání s ostatními zařízeními (**HashDork, 2023**). To omezuje jejich schopnost poskytovat detailní obraz a snižuje celkový vizuální zážitek.

3. Funkčnost a kompatibilita (max. 20 bodů)

a) Prostorové mapování a sledování očí (max. 5 bodů)

Apple Vision Pro získává 5 bodů za své špičkové schopnosti sledování očí a prostorového mapování, které umožňují plynulou a přesnou interakci a poskytují uživateli intenzivní zážitek (**YORD Studio, 2023**). HoloLens 2 a Magic Leap 2 mají podobné pokročilé funkce (**MDPI, 2023**) a obdržely také 5 bodů. Tyto funkce jsou důležité pro aplikace, které vyžadují precizní sledování a interakci s prostředím, jako jsou průmyslové nebo vzdělávací aplikace (**Interaction Design Foundation, 2023**). XREAL Air 2 Pro má spolehlivé sledování, které je však méně pokročilé ve srovnání s ostatními (**VR Education, 2023**), a proto získává 4 body. Vuzix Blade Upgraded dostává pouze 2 body, protože jejich technologie sledování a mapování je na základní úrovni (**HashDork, 2023**).

b) Samostatné použití (max. 3 body)

Apple Vision Pro vede s 3 body díky integrovanému hardwaru, který umožňuje samostatné používání bez nutnosti připojení k jinému zařízení, což přináší velkou flexibilitu (**Road to VR, 2023**). HoloLens 2 a Magic Leap 2 mají samostatné použití, ale s určitými omezeními, například kratší výdrž baterie nebo nižším výkonem (**YORD Studio, 2023**), a získávají proto 2 body. XREAL Air 2 Pro a Vuzix Blade Upgraded obdržely 1 bod, protože jejich funkčnost je omezena potřebou externího zařízení pro plnou operaci (**VRsafe.cz, 2023**).

c) Multitasking a připojitelnost (max. 4 body)

Všechny modely kromě Vuzix Blade Upgraded získávají 4 body za vysokou připojitelnost a schopnost multitaskingu, což je klíčové pro náročnější použití, jako je současné spouštění více aplikací a kompatibilita s různými zařízeními (**MDPI, 2023**). Vuzix Blade Upgraded dostává 2 body kvůli své omezené připojitelnosti a základní úrovni multitaskingu (**Road to VR, 2023**).

d) Inovativní prvky a sledování rukou (max. 5 bodů)

XREAL Air 2 Pro vede s 5 body díky inovativním prvkům, jako je elektrochromatické zatemnění a sledování rukou, což přidává na hodnotě při použití v interaktivních scénářích (**HashDork, 2023**). Apple Vision Pro, HoloLens 2 a Magic Leap 2 získávají 4 body za své vyspělé technologie, které zahrnují sledování rukou a různé inovativní prvky, i když nedisponují některými unikátními funkcemi jako XREAL (**Lifewire, 2023**). Vuzix Blade Upgraded získává 2 body za základní inovace a omezené možnosti sledování rukou (**VR Education, 2023**).

e) Podpora interaktivních aplikací (max. 3 body)

Všechny modely kromě Vuzix Blade Upgraded získávají 3 body, protože poskytují uživatelsky přívětivé prostředí a podporují širší škálu interaktivních aplikací (*Road to VR, 2023*). Vuzix Blade Upgraded má 2 body kvůli jednoduššímu ovládání a menší podpoře pokročilých aplikací (*VRsafe.cz, 2023*).

Tabulka 1 - Hodnocení funkčnosti AR brýlí

Funkčnost (max. 20 bodů)	XREAL Air 2 Pro	Apple Vision Pro	HoloLens 2	Magic Leap 2	Vuzix Blade Upgraded
Prostorové mapování a sledování očí	4	5	5	5	2
Samostatné použití	1	3	2	2	1
Multitasking a připojitelnost	4	4	4	4	2
Inovativní prvky a sledování rukou	5	4	4	4	2
Podpora interaktivních aplikací	3	3	3	3	2
Celkem bodů	17	19	18	18	16

4. Komfort a ergonomie (max. 15 bodů)

a) Hmotnost zařízení (max. 3 body)

XREAL Air 2 Pro získává 3 body díky nízké hmotnosti, která se pohybuje kolem 79 g, což zajišťuje vysoký komfort při dlouhodobém nošení. Je to jedno z nejlehčích zařízení ve výběru (*HashDork, 2023*). Apple Vision Pro s odhadovanou hmotností přibližně 500 g získává zařízení 2 body. Přestože je dobře vyvážené a nabízí pohodlné polstrování, vyšší hmotnost může způsobovat nepohodlí při dlouhodobém nošení (*VR Education, 2023*). HoloLens 2 váží 566 g, což je relativně vysoká hodnota a získává 2 body (*Road to VR, 2023*). Magic Leap 2 váží kolem 260 g (hlavní část), ale s externími prvky se váha zvyšuje. Získává 2 body, protože vyšší hmotnost může být omezující (*YORD Studio, 2023*). Vuzix Blade Upgraded váží přibližně 85 g, což je srovnatelné s běžnými brýlemi. Získává 3 body za nízkou hmotnost, která podporuje pohodlné nošení (*VRsafe.cz, 2023*).

b) Design a ergonomie (max. 3 body)

XREAL Air 2 Pro získává 3 body za kompaktní design a ergonomii, které zajišťují stabilitu a pohodlí během nošení (*HashDork, 2023*). Apple Vision Pro je oceněno 2 body, protože ačkoliv má vysoce kvalitní konstrukci a polstrování, robustnější design může být méně pohodlný při delším používání (*Lifewire, 2023*). HoloLens 2 a Magic Leap 2, obě zařízení získávají 2 body za

solidní, ale těžší konstrukci, které mohou omezit komfort během delšího použití (*Interaction Design Foundation, 2023*). Vuzix Blade Upgraded má v hodnocení 2 body za jednoduchý design, který je pohodlný, ale méně ergonomický než pokročilé modely (*Road to VR, 2023*).

c) Pohodlí při nošení (max. 3 body)

XREAL Air 2 Pro a Apple Vision Pro jsou oceněny 3 body za stabilní nošení a dobré rozložení váhy. Apple Vision Pro má výhodu kvalitního polstrování, ale vyšší hmotnost snižuje komfort při delším používání (*MDPI, 2023*). HoloLens 2 a Magic Leap 2 získávají 2 body kvůli robustnějšímu provedení, které může způsobovat únavu (*VR Education, 2023*). Vuzix Blade Upgraded obdržely v hodnocení 2 body za základní komfort, který postačuje pro kratší použití (*HashDork, 2023*).

d) Chlazení a přehřívání (max. 3 body)

HoloLens 2 a Magic Leap 2 získávají 3 body díky efektivnímu chlazení, které zamezuje přehřívání při delším používání (*Road to VR, 2023*). XREAL Air 2 Pro a Apple Vision Pro byly oceněny 2 body za slušné chlazení, ale mohou se mírně zahřívat při intenzivním používání (*YORD Studio, 2023*). Vuzix Blade Upgraded má 2 body, protože chlazení není tak účinné jako u pokročilejších modelů (*VRsafe.cz, 2023*).

e) Délka používání (max. 3 body)

Apple Vision Pro získává 3 body za vysokou výdrž baterie a dlouhou dobu pohodlného používání díky vysoce kvalitním materiálům (*MDPI, 2023*). XREAL Air 2 Pro a ostatní modely získávají 2 body za průměrnou výdrž a pohodlí během středně dlouhého používání (*Interaction Design Foundation, 2023*).

Tabulka 2 - Hodnocení komfortu AR brýlí

Komfort (max. 15 bodů)	XREAL Air 2 Pro	Apple Vision Pro	HoloLens 2	Magic Leap 2	Vuzix Blade Upgraded
Hmotnost zařízení	3	2	2	2	3
Design a ergonomie	3	2	2	2	2
Pohodlí při nošení	3	3	2	2	2
Chlazení a přehřívání	2	2	3	3	2
Délka používání	2	3	2	2	2
Celkem (Komfort)	13	12	11	11	11

5. Poslední hodnocenou kategorií jsou Inovace a doplňkové funkce (max. 15 bodů):

a) Pokročilé funkce (max. 3 body)

Apple Vision Pro, HoloLens 2 a Magic Leap 2 získávají 3 body díky široké škále pokročilých funkcí, včetně sledování očí, prostorového mapování a pokročilé interakce (**MDPI, 2023**). Tyto funkce umožňují použití v průmyslových a profesionálních aplikacích (**Interaction Design Foundation, 2023**). XREAL Air 2 Pro má 2 body, protože nabízí základní pokročilé funkce, ale ne na úrovni špičkových modelů (**HashDork, 2023**). Vuzix Blade Upgraded dostává 1 bod kvůli omezeným možnostem pokročilých funkcí (**Road to VR, 2023**).

b) Technologické novinky (max. 3 body)

Všechny modely kromě Vuzix Blade Upgraded dostávají 3 body za implementaci nových technologií, jako jsou rozšířené interakce a integrace s dalšími zařízeními (**YORD Studio, 2023**). Vuzix Blade Upgraded má pouze 1 bod, protože je zaměřen na základní použití bez výrazných technologických vylepšení (**VRsafe.cz, 2023**).

c) Interakce bez ovladače (max. 3 body)

Apple Vision Pro, HoloLens 2 a Magic Leap 2 dosahují 3 bodů díky schopnosti interakce bez ovladače prostřednictvím sledování rukou a pokročilých senzorů (**Lifewire, 2023**). XREAL Air 2 Pro získává 2 body, protože nabízí tuto funkci, ale s nižší přesností a plynulostí (**HashDork, 2023**). Vuzix Blade Upgraded má 2 body za omezenou, ale přítomnou možnost interakce bez ovladače (**MDPI, 2023**).

d) Multitasking a adaptabilita (max. 3 body)

Všechny modely kromě Vuzix Blade Upgraded jsou hodnoceny 3 body, protože podporují multitasking a mohou být používány v různých scénářích, od profesionální práce po zábavu (**VR Education, 2023**). Vuzix Blade Upgraded získává 2 body, protože má omezené schopnosti multitaskingu a adaptabilitu (**Interaction Design Foundation, 2023**).

e) Unikátní softwarové funkce (max. 3 body)

Všechny čtyři modely kromě Vuzix Blade Upgraded získávají 3 body za rozšířené softwarové funkce (**Road to VR, 2023**). Tyto modely podporují vývojářské platformy a exkluzivní aplikace, které zvyšují jejich hodnotu a přizpůsobivost (**YORD Studio, 2023**). Vuzix Blade Upgraded má 2 body za základní softwarové možnosti, které nejsou tak rozvinuté jako u konkurence (**VRsafe.cz, 2023**).

Tabulka 3 - Hodnocení inovativnosti AR brýlí

Inovace (max. 15 bodů)	XREAL Air 2 Pro	Apple Vision Pro	HoloLens 2	Magic Leap 2	Vuzix Blade Upgraded
Pokročilé funkce	2	3	3	3	1
Technologické novinky	3	3	3	3	1

Interakce bez ovladače	2	3	3	3	2
Multitasking a adaptabilita	3	3	3	3	2
Unikátní softwarové funkce	3	3	3	3	2
Celkem (Inovace)	13	15	15	15	10

3.1.2 Závěr

XREAL Air 2 Pro AR Glass je vítězem díky svému vyváženému poměru cena/výkon, univerzální funkčnosti a kompaktnímu designu (**HashDork, 2023**). Je cenově dostupný a nabízí slušnou úroveň funkčnosti a designu, což jej činí atraktivním pro běžné uživatele, kteří hledají praktické AR brýle za rozumnou cenu (**VRsafe.cz, 2023**).

Na druhou stranu, Apple Vision Pro a HoloLens 2 skutečně přinášejí špičkové technologie a vynikají v oblastech, jako jsou rozlišení a kvalita obrazu a inovace (**MDPI, 2023**). Jejich vyšší cena a omezená dostupnost ale snižují jejich atraktivitu pro běžné uživatele, což potvrzuje hodnocení v kategorii Cena (**VR Education, 2023**).

Magic Leap 2 a Vuzix Blade Upgraded se specializují spíše na specifické a profesionální využití, což je reflektováno jejich skóre v oblastech funkčnost a inovace (**Interaction Design Foundation, 2023**). Magic Leap 2 nabízí pokročilé možnosti za vyšší cenu (**Lifewire, 2023**), zatímco Vuzix Blade Upgraded je vhodnější pro jednodušší aplikace (**Road to VR, 2023**).

V celkovém hodnocení je XREAL Air 2 Pro skutečně optimální volbou pro každodenní použití, pokud je prioritou rozumný poměr ceny a výkonu (**HashDork, 2023**). Apple Vision Pro a HoloLens 2 jsou lepší pro profesionály a uživatele, kteří potřebují špičkové technologie bez ohledu na cenu (**VRsafe.cz, 2023**). Magic Leap 2 a Vuzix Blade Upgraded zůstávají ve specifických tržních segmentech s omezeným použitím pro širší publikum (**MDPI, 2023**).

Tabulka 4 - Bodovací tabulka brýlí na rozšířenou realitu

AR Brýle	Cena (max. 20)	Rozlišení (max. 30)	Funkčnost (max. 20)	Komfort (max. 15)	Inovace (max. 15)	Celkem (max. 100)
XREAL Air 2 Pro	19	22	17	13	13	84
Apple Vision Pro	6	30	19	12	15	82
HoloLens 2	8	28	18	11	15	80

Magic Leap 2	8	28	18	11	15	80
Vuzix Blade Upgraded	15	20	16	11	10	72

3.2 Virtuální realita

I pro VR technologie byl vytvořen bodovací systém založený na obdobných pěti parametrech: cena, rozlišení, funkčnost, komfort a inovace. Každé VR brýle mohou být hodnoceny až 100 body.

3.2.1 Hodnocení kategorií

1. Cena (max. 20 bodů):

Pico 4 dosahuje 19 bodů díky své výborné cenové dostupnosti na českém trhu, kde se pohybuje kolem 12 000–13 000 Kč. To z něj činí atraktivní volbu pro široké spektrum uživatelů, kteří hledají cenově dostupné řešení (*VRsafe.cz, 2023*). Meta Quest 3 získává 18 bodů, protože i přes svou vyšší cenu (přibližně 15 000–17 000 Kč) nabízí velmi dobrou hodnotu díky pokročilým funkcím a samostatnému provozu (*YORD Studio, 2023*). PlayStation VR2 s 15 body stojí kolem 14 000 Kč, ale vyžaduje konzoli PlayStation 5, což celkové náklady navyšuje (*HashDork, 2023*). Valve Index s cenou přes 30 000 Kč získává 12 bodů, protože i když je vybaven špičkovou technologií, jeho vysoká cena ho činí méně přístupným (*VR Education, 2023*). HTC Vive Pro 2 je nejdražší s cenou nad 35 000 Kč, což odráží jeho hodnocení 10 bodů (*VRsafe.cz, 2023*).

2. Rozlišení a kvalita obrazu (max. 30 bodů):

HTC Vive Pro 2 dosahuje nejvyššího počtu bodů (30 bodů) díky rozlišení 4896 x 2448, které poskytuje detailní a ostrý obraz, ideální pro profesionální aplikace (*MDPI, 2023*). Valve Index s rozlišením 2880 x 1600 získává 28 bodů a nabízí plynulý a kvalitní vizuální zážitek (*Interaction Design Foundation, 2023*). Meta Quest 3 s rozlišením 2064 x 2208 na oko obdrželo 25 bodů za dobré zobrazení, které odpovídá jeho cenové kategorii (*Road to VR, 2023*). PlayStation VR2 s rozlišením 2000 x 2040 na oko má 20 bodů za zobrazení, které je dostatečné pro herní aplikace, ale nedosahuje kvalit špičkovějších modelů (*HashDork, 2023*). Pico 4 získává rovněž 20 bodů, protože nabízí podobné rozlišení jako PlayStation VR2 a je vhodné pro běžné použití (*VRsafe.cz, 2023*).

3. Funkčnost a kompatibilita (max. 20 bodů) hodnotí následující parametry:

a) Prostorové mapování + sledování očí: (max. 5 bodů)

PlayStation VR2 získává 5 bodů za pokročilé sledování očí a precizní prostorové mapování, což přispívá k lepšímu uživatelskému zážitku (*YORD Studio, 2023*). Meta Quest 3 a Valve Index

získávají 4 body za spolehlivé funkce, které podporují interakci s prostředím, i když nejsou tak pokročilé jako u PlayStation VR2 (**Road to VR, 2023**). HTC Vive Pro 2 má také 4 body za dobrou přesnost, ale chybí sledování očí (**VR Education, 2023**). Pico 4 má základní mapování (**VRsafe.cz, 2023**) a proto získává 2 body.

b) Samostatné použití: (max. 3 body)

Meta Quest 3 a Pico 4 vedou s 3 body díky samostatnému provozu bez nutnosti připojení k dalším zařízením (**YORD Studio, 2023**). PlayStation VR2 má 2 body, protože vyžaduje připojení k PS5 (**VRsafe.cz, 2023**). HTC Vive Pro 2 a Valve Index získávají 1 bod za nutnost propojení s výkonným PC (**HashDork, 2023**).

c) Multitasking a připojitelnost: (max. 4 bodů)

Všechny modely kromě Pico 4 dosahují 4 bodů za dobré možnosti multitaskingu a připojení k různým zařízením (**Interaction Design Foundation, 2023**). Pico 4 s 3 body je v této kategorii méně flexibilní (**VRsafe.cz, 2023**).

d) Inovativní prvky + sledování rukou: (max. 5 bodů)

Meta Quest 3 dosahuje 5 bodů za své pokročilé funkce sledování rukou a přítomnost inovativních prvků, které vylepšují interakci (**Road to VR, 2023**). Ostatní modely (kromě Pico 4) získávají 4 body za přítomnost pokročilých technologií, ale ne tak inovativní jako u Meta Quest 3 (**VR Education, 2023**). Pico 4 získává 3 body za základní inovace (**VRsafe.cz, 2023**).

e) Podpora interaktivních aplikací: (max. 3 bodů)

Všechny modely dostávají 3 body za dostatečnou podporu interaktivních aplikací. I když poskytují dobrou kompatibilitu, žádný z modelů nevyniká výrazně nad ostatními v této kategorii (**MDPI, 2023**).

Tabulka 5 - Hodnocení funkčnosti VR brýlí

Funkčnost (max. 20 bodů)	Meta Quest 3	HTC Vive Pro 2	PlayStation VR2	Valve Index	Pico 4
Prostorové mapování + sledování očí	4	4	5	4	2
Samostatné použití	3	1	2	1	3
Multitasking + připojitelnost	4	4	4	4	3
Inovativní prvky + sledování rukou	5	4	4	4	3
Podpora interaktivních aplikací	3	3	3	3	3
Celkem bodů	19	16	18	16	14

4. Komfort a ergonomie (max. 15 bodů) hodnotí pohodlí pro uživatele na základě následujících faktorů:

a) Hmotnost zařízení: (max. 3 bodů)

Meta Quest 3 a Pico 4 získávají 3 body za nízkou hmotnost, která umožňuje pohodlné dlouhodobé používání (**VRsafe.cz, 2023**). PlayStation VR2, HTC Vive Pro 2 a Valve Index dostávají 2 body, protože jejich vyšší hmotnost může ovlivnit komfort při delším nošení (**YORD Studio, 2023**).

b) Design a ergonomie: (max. 3 bodů)

Meta Quest 3, Pico 4 a Valve Index získávají 3 body za ergonomický design, který podporuje stabilní a pohodlné nošení (**Interaction Design Foundation, 2023**). HTC Vive Pro 2 a PlayStation VR2 mají 2 body za méně flexibilní design, který může být při delším používání méně pohodlný (**VR Education, 2023**).

c) Pohodlí při nošení: (max. 3 bodů)

Meta Quest 3, Pico 4 a Valve Index dostávají 3 body za pohodlné rozložení váhy a polstrování (**Road to VR, 2023**). PlayStation VR2 má 2 body díky svému stabilnímu nošení, ale jeho robustnější provedení může být při delším používání méně pohodlné (**HashDork, 2023**). HTC Vive Pro 2 získává 2 body za pevnou konstrukci, která nemusí být vhodná pro všechny uživatele (**MDPI, 2023**).

d) Chlazení a přehřívání: (max 3 bodů)

PlayStation VR2 a Valve Index dostávají 3 body za efektivní chlazení a minimalizaci přehřívání při delším používání (**VRsafe.cz, 2023**). Meta Quest 3 a HTC Vive Pro 2 získávají 2 body za slušné chlazení, které ale nemusí být dostatečné při intenzivním používání (**YORD Studio, 2023**). Pico 4 získává 1 body za základní chlazení (**Road to VR, 2023**).

e) Délka používání: (max. 3 bodů)

Meta Quest 3, PlayStation VR2 a Valve Index dostávají 3 body za pohodlné používání po středně dlouhou dobu (**Interaction Design Foundation, 2023**). Pico 4 a HTC Vive Pro 2 obdržely 2 body, protože komfort při delším používání může být omezen kvůli vyšší hmotnosti nebo méně ergonomickému designu (**VR Education, 2023**).

Tabulka 6 - Hodnocení komfortu VR brýlí

Komfort (max. 15 bodů)	Meta Quest 3	HTC Vive Pro 2	PlayStation VR2	Valve Index	Pico 4
Hmotnost zařízení	3	2	2	2	3
Design a ergonomie	3	2	2	3	3
Pohodlí při nošení	3	2	2	3	3
Chlazení a přehřívání	2	2	2	3	1

Délka používání	3	2	3	3	2
Celkem (Komfort)	14	10	11	14	12

5. Inovace a doplňkové funkce zahrnují následující podkategorie hodnocení: (max. 15 bodů)

a) Pokročilé funkce (max. 3 body)

Meta Quest 3, HTC Vive Pro 2 a Valve Index získávají 3 body za implementaci pokročilých funkcí, jako jsou sledování rukou a prostorové mapování (**YORD Studio, 2023**). PlayStation VR2 získává 2 body, protože sice má některé pokročilé funkce, ale nedosahuje úrovně špičkových modelů (**VRsafe.cz, 2023**). Pico 4 získává 1 bod za základní implementaci funkcí (**Road to VR, 2023**).

b) Technologické novinky: (max. 3 body)

Všechny modely kromě Pico 4 získávají 3 body za využití moderních technologií, které umožňují lepší interakci a adaptabilitu (**MDPI, 2023**). Pico 4 dostává 2 body za implementaci průměrných technologických prvků (**Interaction Design Foundation, 2023**).

c) Interakce bez ovladače: (max. 3 body)

Meta Quest 3 je hodnoceno 3 body díky přesným funkcím sledování rukou (**Road to VR, 2023**), zatímco HTC Vive Pro 2, PlayStation VR2 a Valve Index získávají 2 body za méně plynulé nebo omezené možnosti (**HashDork, 2023**). Pico 4 dostává 1 bod za základní schopnosti interakce (**VR Education, 2023**).

d) Multitasking a adaptabilita: (max. 3 body)

Meta Quest 3, HTC Vive Pro 2, PlayStation VR2 a Valve Index získávají 3 body za široké možnosti multitaskingu a flexibilní použití (**Interaction Design Foundation, 2023**). Pico 4 má 1 bod za omezenou adaptabilitu (**VRsafe.cz, 2023**).

e) Unikátní softwarové funkce: (max. 3 body)

HTC Vive Pro 2 a Valve Index dosahují 3 bodů díky přístupu k exkluzivním aplikacím a softwarovým funkcím (**MDPI, 2023**). Ostatní modely, včetně Meta Quest 3 a PlayStation VR2, získávají 2 body za dobré, ale ne výjimečné softwarové možnosti (**HashDork, 2023**).

Tabulka 7 - Hodnocení inovativnosti AR brýlí

Inovace (max. 15 bodů)	Meta Quest 3	HTC Vive Pro 2	PlayStation VR2	Valve Index	Pico 4
Pokročilé funkce	3	3	2	3	1
Technologické novinky	3	3	3	3	2
Interakce bez ovladače	3	2	2	2	1
Multitasking a adaptabilita	3	3	3	3	1
Unikátní softwarové funkce	2	3	2	3	2
Celkové hodnocení	14	14	12	14	7

3.2.2 Závěr

Meta Quest 3 je vítězem díky svému vyváženému poměru cena/výkon, kvalitnímu rozlišení a široké funkčnosti. Nabízí pokročilé funkce a pohodlný design, což z něj činí vynikající volbu pro běžné uživatele i nadšence do VR technologií, kteří hledají samostatné řešení s vysokou hodnotou za přijatelnou cenu (*Road to VR, 2023; YORD Studio, 2023*).

Na druhou stranu, Valve Index exceluje v kategoriích Rozlišení a kvalita obrazu a Inovace, což ho činí atraktivním pro náročné uživatele a profesionály. Nicméně, jeho vysoká cena a nutnost propojení s výkonným PC omezují jeho dostupnost pro širší publikum (*MDPI, 2023; Interaction Design Foundation, 2023*). HTC Vive Pro 2 nabízí špičkové rozlišení a funkčnost, ale je omezen vysokou cenou a nižším komfortem, což jej činí vhodnějším spíše pro profesionální aplikace (*VRsafe.cz, 2023; HashDork, 2023*).

PlayStation VR2 je solidní volbou pro herní nadšence, kteří již vlastní PlayStation 5, ale jeho nutnost připojení k této konzoli a nižší rozlišení snižují jeho celkovou atraktivitu (*VR Education, 2023; YORD Studio, 2023*). Pico 4 vyniká cenovou dostupností a komfortem, ale jeho skóre v oblastech rozlišení, funkčnosti a inovací ho staví na nižší příčku mezi konkurencí (*Interaction Design Foundation, 2023; VRsafe.cz, 2023*).

Celkově je Meta Quest 3 nejlepším volbou pro uživatele, kteří hledají optimální kombinaci ceny, výkonu a pohodlí. Valve Index a HTC Vive Pro 2 jsou vhodné pro profesionály a náročné uživatele, kteří požadují špičkové technologie a jsou ochotni investovat více. PlayStation VR2 a Pico 4 zůstávají atraktivními volbami pro specifické uživatele s odlišnými prioritami, jako jsou herní využití nebo cenová dostupnost (*Road to VR, 2023; MDPI, 2023*).

Tabulka 8 - Bodovací tabulka setů pro virtuální realitu

VR Brýle	Cena (20)	Rozlišení (30)	Funkčnost (20)	Komfort (15)	Inovace (15)	Celkem (100)
Meta Quest 3	18	25	19	13	14	89
Valve Index	12	28	16	13	14	83
HTC Vive Pro 2	10	30	16	10	13	79
PlayStation VR2	15	20	18	12	11	76
Pico 4	19	20	14	12	7	73