

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie – kartografie



Anna KOŽÍŠKOVÁ

**TVORBA VIRTUÁLNÍ PROHLÍDKY PŘEJÍČEK VYHOVUJÍCÍ  
STUDENTŮM SE SPECIÁLNÍMI POTŘEBAMI**

**CREATION OF A VIRTUAL TOUR OF THE FACULTY OF  
SCIENCE OF CHARLES UNIVERSITY SUITABLE FOR STUDENTS  
WITH SPECIAL NEEDS**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Štefanová, Ph.D.

Praha 2022

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Anna KOŽÍŠKOVÁ**

Studijní obor: **Geografie a kartografie**

Garant studijního programu/oboru vám schválil přidělení této bakalářské práce:

Název práce:

### **Tvorba virtuální prohlídky PřF UK vyhovující studentům se speciálními potřebami**

#### **Předběžná náplň práce**

Cílem bakalářské práce je vytvořit virtuální prohlídku Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy vyhovující studentům se speciálními potřebami zejména tělesně hendikepovaným studentům na vozíku. Práce vznikla ve spolupráci se studijním oddělením Přf UK a Centrem Carolina UK.

Dílčí cíle bakalářské práce:

1. Rešerše literatury zaměřená na vznik, tvorbu a prezentaci virtuální prohlídky.
2. Rešerše literatury zaměřená na osoby se zdravotním postižením.
3. Analýza programů pro tvorbu virtuální prohlídky. V práci budou porovnány online webové aplikace (Webobook, Metareal) a desktopové aplikace (3DVista a Krpano).
4. Pořízení, zpracování dat a jejich příprava pro vizualizaci.
5. Vlastní realizace virtuální prohlídky PřF UK.

Rozsah průvodní zprávy: 40 – 60 stran.

Rozsah grafických prací: dle potřeby.

### Seznam odborné literatury:

1. MAIELLARO, N., VARASANO, A., CAPOTORTO, S. (2019): Digital Data, Virtual Tours, and 3D Models Integration Using an Open-Source Platform. In: Duguleană, M., Carrozzino, M., Gams, M., Tanea, I. (eds) VR Technologies in Cultural Heritage. VRTCH 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 904. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05819-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05819-7_12)
2. ARGYRIOU, L., ECONOMOU, D., BOUKI, V. (2020): Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour. Pers Ubiquit Comput 24, 843–859. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8>
3. POV (2020): Metodika kategorizace přístupnosti objektů. POV, MMR ČR, Praha.
4. VVOZP (2021): Průzkum přístupnosti studia pro osoby se zdravotním postižením na vysokých školách. Vláda České republiky oddělení sekretariátu Vládního výboru pro osoby se zdravotním postižením, Praha  
<https://www.vlada.cz/assets/ppov/vvozp/dokumenty/Pruzkum-pristupnosti-studia-pro-osoby-se-zdravotnim-postizenim-na-vysokych-skolach-VVOZP.pdf>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Štefanová, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: 13. 1. 2022

Termín odevzdání bakalářské práce: dle harmonogramu příslušného akademického roku

V Praze dne 22.7. 2022

.....  
Vedoucí katedry

.....  
Vedoucí práce

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 29. 7. 2022

.....

podpis

## **Poděkování**

Chtěla bych velmi poděkovat své vedoucí práce Ing. Evě Štefanové, Ph.D. za věnovaný čas, ochotu a poskytnuté rady na konzultacích a za všechny vědomosti získané nejen při psaní bakalářské práce, ale i během vašich navštěvovaných kurzů během studia. Dále děkuji své rodině za podporu a trpělivost během studia a psaní bakalářské práce, která mi byla velkou oporou.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá tvorbou virtuální prohlídky. Pojednává o možnostech pořízení dat pro virtuální prohlídky, jejich úpravu a vizualizaci v příhodném programu. Cílem práce je navrhnout a vytvořit virtuální prohlídku Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy pro studenty se speciálními potřebami, zejména pro osoby se sníženou možností pohybu. Prohlídka byla vytvořena z 360° snímků, které byly upraveny v programu Zoner Photo Studio. Výsledná prohlídka je zpracována v programu 3DVista, která byla zvolena na základě výsledků analýzy různých softwarů pro tvorbu virtuálních prohlídek, která byla dílčím cílem práce. V textu je také řešena důležitost uživatelských prvků a funkcí virtuální prohlídky. Výstupem této práce je kompletní virtuální prohlídka fakulty s informacemi o bezbariérovém pohybu.

## **Klíčová slova**

virtuální prohlídka, 3DVista, 360° snímek, RICOH Theta Z1, bezbariérový pohyb, PřF UK, Zoner Photo Studio

## **Abstract**

Bachelor thesis deals with the creation of a virtual tour. It discusses the possibilities of acquiring data for virtual tours, their editing and visualization in a suitable program. The aim of this work is to design and create a virtual tour of Faculty of Science of Charles University for students with special needs, especially for people with limited mobility. The tour was created from 360° images edited in the Zoner Photo Studio. Created tour is visualized in the 3DVista which was chosen based on the analysis of software for creating virtual tours. The text also discusses the importance of user elements and features of the virtual tour. The output of this work is a complete virtual tour of the faculty with information about barrier-free movement.

## **Key words**

virtual tour, 3DVista, 360° image, RICOH Theta Z1, barrier-free movement, Faculty of Science Charles University, Zoner Photo Studio

# Obsah

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>9</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>9</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
1.1. Cíle práce .....	10
<b>2. REŠERŠE TÉMATU VIRTUÁLNÍCH PROHLÍDEK .....</b>	<b>11</b>
2.1. Virtuální prohlídky ze snímků .....	12
2.2. Virtuální prohlídky ze 3D modelů .....	13
2.3. Uživatelské prvky ve virtuální prohlídce .....	15
2.4. Využití virtuálních prohlídek .....	16
<b>3. OSOBY SE ZDRAVOTNÍM POSTIŽENÍM .....</b>	<b>20</b>
3.1. Vymezení termínů spojené se zdravotním postižením .....	20
3.2. Možnosti členění zdravotního postižení .....	21
3.3. Základní charakteristiky tělesného postižení a jeho dělení .....	23
3.4. Osoby pohybující se na invalidním vozíku .....	24
3.4.1. Vybrané technické požadavky zabezpečující bezbariérový pohyb .....	24
3.5. Studenti se speciálními potřebami na Univerzitě Karlově .....	25
3.5.1. Přístupnost budov pro osoby se sníženou možností pohybu .....	25
3.5.2. Ikony přístupnosti podle POV .....	26
3.5.3. Přístupnost budovy Albertov Přírodovědecké fakulty UK .....	27
<b>4. ANALÝZA PROGRAMŮ PRO TVORBU VIRTUÁLNÍCH PROHLÍDEK .....</b>	<b>28</b>
4.1. Online webové aplikace .....	30
4.1.1. WeboBook .....	30
4.1.2. Metareal .....	34
4.2. Desktopové aplikace .....	37
4.2.1. 3DVista Virtual Tour .....	37
4.2.2. Krpano .....	39
4.3. Výsledky .....	41

<b>5. REALIZACE VIRTUÁLNÍ PROHLÍDKY .....</b>	<b>43</b>
5.1. Pořízení 360° snímků.....	43
5.2. Úprava 360° snímků .....	45
5.3. Sběr dat pro potřeby osob na invalidním vozíku.....	46
5.4. Tvorba virtuální prohlídky.....	47
5.4.1. Editace 360° snímků .....	48
5.4.2. Příprava plánu prohlídky.....	50
5.4.3. Tvorba grafického náhledu prohlídky.....	51
<b>6. DISKUZE.....</b>	<b>54</b>
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>56</b>
<b>8. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE .....</b>	<b>57</b>
<b>9. PŘÍLOHY .....</b>	<b>64</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Britská královna Alžběta II. si prohlíží virtuální prohlídku hradu.....	11
Obrázek 2: Panorama vzniklé spojením několika samostatných fotografií .....	12
Obrázek 3: Příklad všesměrové kamery na střeše vozidla .....	13
Obrázek 4: Bodové mračno části 2. patra PřF UK .....	14
Obrázek 5: Plán virtuální prohlídky Pražského hradu.....	16
Obrázek 6: Ukázka vybraných prohlídek českých institucí .....	18
Obrázek 7: Virtuální prohlídka vytvořená pro osoby na invalidním vozíku.....	19
Obrázek 8: Grafické rozlišení přístupnosti budov podle POV .....	26
Obrázek 9: Zobrazení polohy uživatele v plánu virtuální prohlídky.....	30
Obrázek 10: Editace virtuální prohlídky v aplikaci Webobook .....	31
Obrázek 11: Ukázka virtuální prohlídky v aplikaci Webobook .....	32
Obrázek 12: Porovnání kvality 2D snímku .....	33
Obrázek 13: Příprava panoramatického snímku pro rekonstrukci 3D modelu .....	34
Obrázek 14: Výsledná vizualizace virtuální prohlídky v softwaru Metareal .....	35
Obrázek 15: Editor náhledu pro virtuální prohlídku v programu 3DVista Virtual Tour	38
Obrázek 16: Vizualizace virtuální prohlídky v programu Krpano .....	40
Obrázek 17: Sférická kamera RICOH Theta Z1 .....	43
Obrázek 18: RAW snímek pořízený kamerou RICOH .....	44
Obrázek 19: Nastavení kamery RICOH Theta Z1.....	44
Obrázek 20: Porovnání původního snímku se snímekem s odstraněným stavem .....	45
Obrázek 21: Měřené parametry bočního vstupu.....	46
Obrázek 22: Úprava 2D snímků pro potřeby vozíčkářů ve virtuální prohlídce .....	47
Obrázek 23: Editace 360° snímku .....	50
Obrázek 24: Plán virtuální prohlídky s rozmístěnými hotspoty .....	51
Obrázek 25: Ukázka menu a jeho použití ve virtuální prohlídce .....	52

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Požadované uživatelské prvky a funkce.....	28
Tabulka 2: Balíčky a ceny softwaru Webobook.....	31
Tabulka 3: Balíčky a cena softwaru Metareal .....	36
Tabulka 4: Možnosti uživatelských prvků a funkcí testovaných programů .....	42
Tabulka 5: Typy hotspotů pro přechod mezi 360° scénami .....	48
Tabulka 6: Přídavné hotspoty ve 360° snímcích .....	49

# 1. ÚVOD

V současnosti se po celém světě velmi rychle rozšiřují virtuální prohlídky reálných míst. Tento fakt způsobuje neustálý rozvoj moderních technologií a zajisté tomu také přispěla i situace kolem Covidu 19, která způsobila omezení pohybu lidí. Díky virtuálním prohlídkám se mohou lidé pohodlně přesunout na jakékoliv místo na světě, pro něž je vytvořena. Virtuální rekonstrukce takových míst má nejrůznější využití od cestovního ruchu, přes školství a vzdělávání, po koupi nemovitosti.

Hlavní téma práce je tvorba prohlídek z 360° snímků, které v současnosti určují hlavní proud virtuálních prohlídek. Způsob pořizování snímků, zvoleného grafického provedení, uživatelských prvků a funkcí obsažených v prohlídkách se liší v závislosti na cílové skupině uživatelů a účelem tvorby prohlídky. Existuje široká nabídka kamer, mezi kterými je možno vybírat. Nabídka programů pro tvorbu virtuálních prohlídek je široká. Každý program znamená jiný design a jiné možnosti v generování prvků a nabídky funkcí. Prezentace prohlídek pro koncové uživatele je ovšem u všech stejná. Jednoznačně jím je internet.

Motivací pro tuto práci je reálné využití pro cílovou skupinu, pro kterou je prohlídka vytvářena. Zároveň se z prohlídky může stát vhodnou propagací fakulty a přilákání nových studentů. Dalším důvodem je možnost nastudovat si a získat přehled o osobách žijící se zdravotním znevýhodněním, detailněji se dozvědět o možnostech pohybu vozíčkářů v prostorách budov a najít pro ně vhodný způsob předání informací o bezbariérovém pohybu.

## 1.1. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je navrhnout a vytvořit virtuální prohlídku v příhodném programu pro Přírodovědeckou fakultu UK pro studenty se speciálními potřebami. Výsledkem by měla být ucelená prohlídka prostor PřF UK, pomocí které se budou moci handicapovaní studenti, zejména studenti, kteří se pohybují na invalidním vozíku, dopředu seznámit s možnostmi bezbariérového pohybu na fakultě. Dílčími cíli pak jsou:

1. Rešerše literatury zaměřená na vznik, tvorbu a prezentaci virtuální prohlídky.
2. Rešerše literatury zaměřená na osoby se zdravotním postižením.
3. Analýza programů pro tvorbu virtuální prohlídky. V práci budou porovnány online webové aplikace (Webobook, Metareal) a desktopové aplikace (3DVista a Krpano).
4. Pořízení, zpracování dat a jejich příprava pro vizualizaci.
5. Vlastní realizace virtuální prohlídky PřF UK.

## 2. REŠERŠE TÉMATU VIRTUÁLNÍCH PROHLÍDEK

Termín virtuální prohlídka (VP) je označován za simulaci reálného prostoru s využitím sekvenčních videí nebo statických snímků (Technopedia 2015). Stecker (2022) popisuje virtuální prohlídku jako moderní způsob prezentace reálného místa, které návštěvníkům umožňuje procházení interiéru, či exteriéru z pohodlí jejich domovů. Internetová platforma Klapy (2022a) označuje virtuální prohlídku za sérii vzájemně na sebe navazujících fotografií, které divákovi umožní virtuální procházku reálným objektem skrze moderní zařízení, jako je počítač, mobilní telefon, nebo tablet. Dále ji označuje jako nejlepší volbu pro realitní makléře, majitele hotelů a firem, kterou lze moderním a interaktivním způsobem prezentovat své prostory na internetu potenciálním klientům, zákazníkům, či návštěvníkům.

Z výše uvedeného se dá shrnout, že virtuální prohlídka nabízí atraktivní a interaktivní způsob prezentace vnitřních a vnějších prostor. Neexistuje však jednotné vymezení, které by význam virtuální prohlídky jasně definovalo. Je ale zřejmé, že se jedná o vizualizaci reálných prostorů budov, nebo venkovních prostor skrze multimedia, jako jsou fotografie, videa, text aj (Lelario, Maiellaro 2020).

*Obrázek 1: Britská královna Alžběta II. si prohlíží virtuální prohlídku hradu*



První pokusy o VP začaly vznikat na konci minulého století. Může se mezi ně řadit i 3D rekonstrukce vnitřních a venkovních prostor hradu Dudley z 16. století, kterými se mohlo procházet pomocí tří tlačítek (Concept 3D 2022, Exrenda 2022). Tuto prohlídku si vyzkoušela i britská královna Alžběta II., jak je vidět na Obrázku 1.

## 2.1. Virtuální prohlídky ze snímků

V roce 1994 představila firma Apple jako první software, kde bylo možné jednotlivé snímky spojit do panoramatické fotografie (Othman a kol 2002). Pro vytvoření VP z klasických jednoduchých 2D fotografií je nejprve potřeba nasnímkovat požadované prostory. Pořízené fotografie se musí navzájem překrývat, aby bylo možné jednotlivé snímky spojit do jedné panoramatické fotografie pomocí spojovacích bodů (Szeliski, Shum 1997, Othman a kol. 2002). Na výsledném panoramatickém snímku by v ideálním případě neměl být vidět přechod z jednoho snímku do druhého (Obrázek 2).

*Obrázek 2: Panorama vzniklé spojením několika samostatných fotografií*



*Zdroj: Szeliski, Shum (1997)*

Pro zachování co nejlepší ostroty a stejné výšky se využíval, a dodnes využívá stativ, na kterém je kamera připevněna. Panorama pak vznikne otáčením kamery kolem jednoho bodu na stativu (Goncalves 2007).

Rok 2007, kdy byl představen první iPhone, přinesl pozvolnou revoluci v procesu spojování jednotlivých snímků. Vývoj chytrých mobilních telefonů, jejich kamer a funkcí znamenal zjednodušení vzniku panoramatické fotografie, jelikož ji bylo možné pořídit samotným telefonem (Tomeček 2017). Po roce 2010 byl běžně k dostání chytrý mobilní telefon s možností pořízení panoramatického snímku. Pár let na to byly představeny první VP vytvořené přes chytrý mobilní telefon (Sankrar, Seitz 2012).

V posledních pěti letech se čím dál tím více mluví o 360° kamerách neboli všesměrových kamerách, které umí pořídit panorama během několika sekund. Avšak úsilí o vytvoření VP z 360° panoramatické fotografie nejsou záležitostí posledních let. VP Planteho a kol. (1999) je založená na snímcích z digitální kamery, které jsou zachyceny

přes parabolické zrcadlo. Díky zrcadlu byl obraz zachycen 360° horizontálně a 100° vertikálně. Ovšem dnes je již proces vzniku 360° panorama oproti přelomu tisíciletí daleko rychlejší a přesnější. Existují různé způsoby pořízení 360° fotografie od 360° kamery se stativem (Napolitano a kol. 2017), využití dronu (Gao a kol. 2021), či z kamery připevněné na vozidle (Wang, Lai 2019). Pravděpodobně nejznámější příklad panoramatických snímků pořízených ze střech automobilů je Google Street View, který se dá také pokládat za VP (Google 2022a). Příklad automobilu s 360° kamerou je vidět na Obrázku 3.

Obrázek 3: Příklad všesměrové kamery na střeše



Zdroj: Google (2022a)

Kromě 360° panoramat se začíná rozšiřovat i pořizování 360° videí, čímž se možnosti tvorby VP posunují opět znovu dál (Argyriou a kol. 2020). Ceny současných 360° kamer se pohybují v řádech desítek tisíc korun, díky kterým se stávají dostupnými pro širokou klientelu (Google 2022a). Navíc software pro VP je nejčastěji nabízen pro zpracování 360° panoramatických snímků (Captera 2022). Na základě ceny hardwaru a nabízených programů pro zpracování panoramatických snímků tvoří v současnosti dominantní skupinu právě prohlídky tvořené z 360° panoramat.

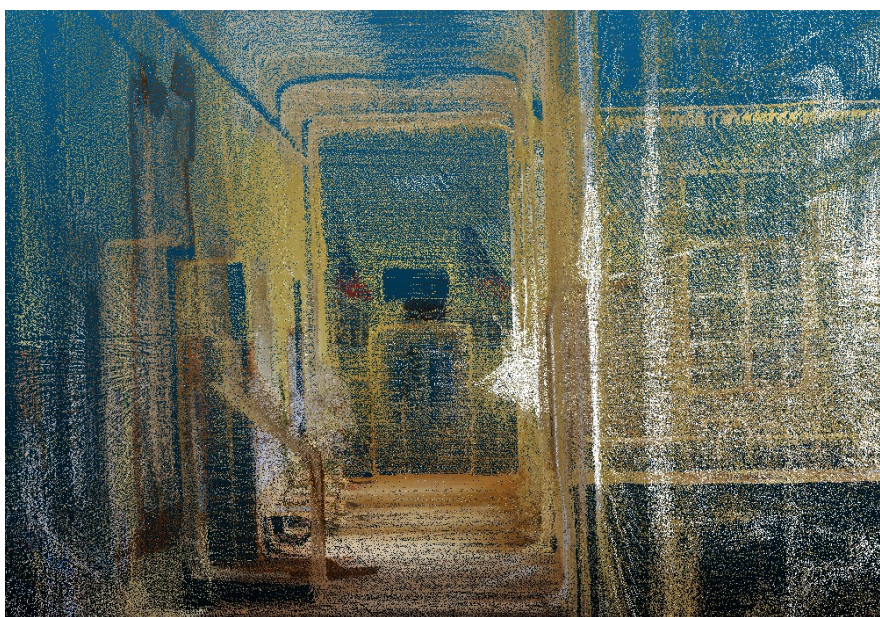
## 2.2. Virtuální prohlídky ze 3D modelů

Druhý proud tvorby VP je na základě 3D modelu daného místa. Jak je zmíněno výše, virtuální 3D rekonstrukci hradu Dudley lze považovat za jednu z prvních VP. V počátcích vývoje byly modely vizualizovány a upravovány v jazyce *Virtual Reality Modeling Language* (VRML), který se hojně využíval na přelomu tisíciletí. Limitujícím prvkem pro zobrazení VP byla a dodnes je zejména velikost vizualizovaných dat, které je počítač schopen zpracovat z uživatelské strany. Pro to, aby si uživatelé prohlédli detailní

rozsáhlou 3D virtuální prohlídku na internetových stránkách z pohodlí svých domovů, bude potřeba ještě vyvinout značné úsilí (Castagnetti a kol. 2017). Prohlídky ze 3D modelů prezentují místa reálná, jako například hrad Dudely, ale také i místa vymyšlená. Příkladem může být vyvinutý software sloužící ke školení pracovníků, kteří pracují se složitými technickými zařízeními (Wasfy a kol. 2004).

Je důležité poznamenat, že se VP dají vytvořit i z dat laserového skenování (Maiellaro a kol. 2019). Výsledkem skenování je bodové mračno, ze kterého se vytvoří 3D model (Obrázek 4).

*Obrázek 4: Bodové mračno části 2. patra PřF UK*



*Zdroj: autorka práce*

Tato metoda je však časově náročná na zpracování, filtraci dat, 3D modelování a výslednou vizualizaci. U laserového skenování je potřeba počítat s vyššími finančními náklady na pořízení dat (Laubheimer 2020, Mah a kol. 2019), jelikož pořizovací cena kvalitního laserového skeneru se pohybuje oproti kvalitní digitální, či 360° kameře v řádech statisíců až milionů. U tvorby VP čistě na základě laserového skenování je nutné brát v potaz časové a finanční náklady, které jsou velkou nevýhodou této metody.

Případová studie dřevěných kostelů v Rumunsku využívá laserového skenování jako doplněk pro vizualizaci celého objektu, a to jak exteriéru, tak interiéru. Samotné VP jsou pak opět tvořeny ze 360° snímků. Pro vizualizaci výstupů studie byl vytvořen webový portál <https://bihor360.agts.ro/>, který nabízí kompletní VP tří kostelů. Stránky jsou pro

uživatelé jednoduché, přehledné a poskytují možnost volně se pohybovat po objektech (Caciora a kol. 2021).

Využití panoramatických 360° snímků a laserového skenování lze považovat za vhodný způsob pro vytvoření přehledné a interaktivní VP. Panoramatické snímky slouží jako samotný základ prohlídky a laserové skenování se využije jako doplňková metoda pro vizualizaci celého prostoru, ve kterém se VP nachází.

### **2.3. Uživatelské prvky ve virtuální prohlídce**

Caciora a kol. (2021), Maha a kol. (2019), Maícas a kol. (2017), nebo Napolitano a kol. (2017) využívají 360° snímků, které upravují a vizualizují v softwaru pro tvorbu VP. Dále, jak uvádí Maícas a kol. (2017) se do prohlídky přidávají doplňky pro jednodušší ovládání a orientaci v prohlídce (např. ikony šipek pro směr rotace panoramatické fotky).

Mimo jiné lze VP obohatit o doplňkové obrázky, videa, či textové informace. Mah a kol. (2019) ovšem vylepšuje panoramatické snímky o detailní 2D fotografie nástěnných maleb, jelikož jejich zachycení na panoramatických snímcích nedosahovalo kvalitního rozlišení. Tyto 2D fotografie se poté připojily k panoramatickým snímkům do míst, kde překryly místa s malým rozlišením. Dále by měl být kladen důraz na informace o jednotlivých objektech, které jsou v rámci VP významné. Takové informace by měly být součástí VP, aby je nemusel uživatel složitě dohledávat.

Uživatelé VP oceňují přítomnost plánu prohlídky, podle kterého se mohou v prohlídce orientovat a pohybovat. Součástí plánu je vítáno i zvýraznění zorného pole, které koresponduje s aktuálním zorným polem v 360° scéně. Potenciální návštěvník se tak může dopředu lépe seznámit s prostory a předejít případným obtížím. Uživatelská nápověda, jak prohlídku procházet, nebo zobrazení textu v cizím jazyce jsou také shledány efektivními (Lelario, Maiellaro 2020).

Podle řecké studie vždy záleží na tom, pro koho a za jakým cílem je VP tvořena. U komplexnějších VP je dobré si předem rozvrhnout uživatelské prvky a funkce prohlídky. Stojí za zvážení, do jaké míry má být VP interaktivní. Autoři článku obohacují VP o naučné otázky, kde si může uživatel prověřit své znalosti související s prohlíženým místem (Argyriou a kol. 2020).

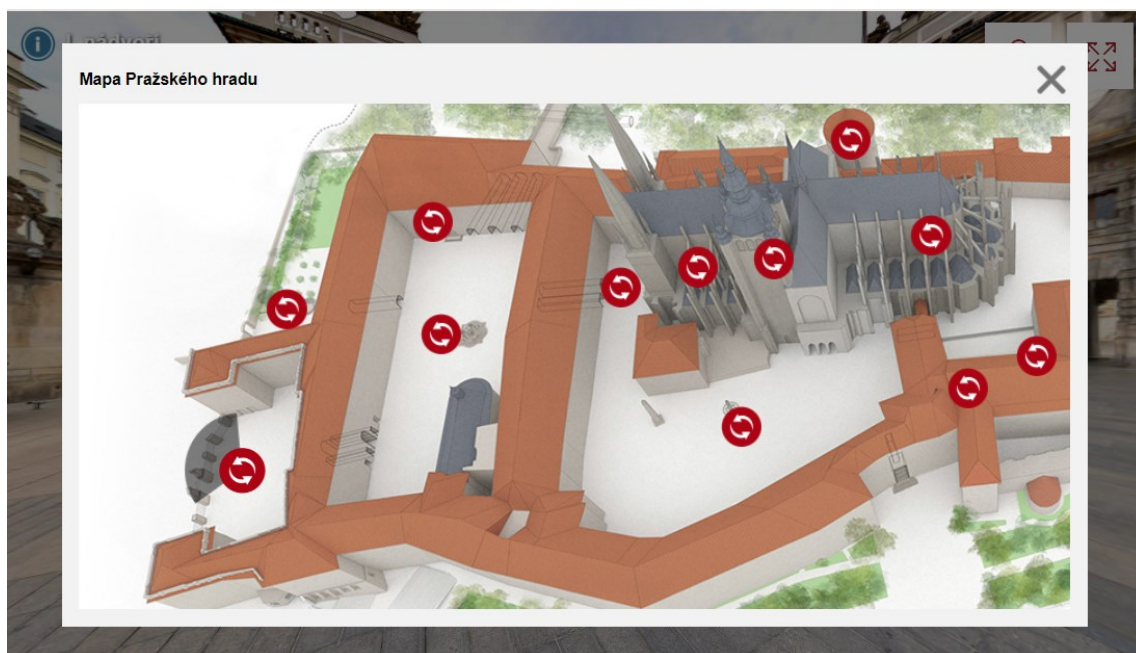
## 2.4. Využití virtuálních prohlídek

VP jsou dnes běžně využívány napříč různými odvětvími na celém světě jako je turismus, kultura, vzdělávání, podnikání a obchod a mnoho dalších.

V rozvoji turismu jsou VP velmi užitečné díky možnosti prohlédnout si dopředu cílové místo, předcházet případnému zklamání, či možnosti lépe se připravit na možné komplikace a nastudovat si potřebné informace (Caciora a kol. 2021, Mah a kol. 2019, Maícas a kol. 2017). Využití VP je důležité například z důvodu stísněných podmínek v prostorách památky, kam se mnoho lidí nedostane, nebo zhoršené dostupnosti, která je podle Maícase a kol. (2017, s. 43) „...ovlivněna obtížemi spojenými s městskými topografickými prvky (svahy, sklony atd.) a také tím, že soukromí vlastníci některých historických budov do těchto památek návštěvníky nepustí“. Kromě potenciální turistické návštěvy vidí Mah a kol. (2019) smysl VP v předávání historických a kulturních znalostí pro budoucí generace. Caciora a kol. (2021) využívá VP pro rozvoj cestovního ruchu. Budou sloužit jako lákadlo pro potenciální návštěvníky, zároveň by také měly být prospěšné i pro ochránáře a místní obyvatele pro zlepšení místní ekonomiky.

České kulturní dědictví se také může chlubit svými krásami v podobě VP. Pražský hrad na svých *stránkách* láká k navštívení skrze VP s velmi originálním plánem, který je vidět na Obrázku 5 (Pražský hrad 2022).

Obrázek 5: Plán virtuální prohlídky Pražského hradu



Zdroj: Pražský hrad (2022)

Mimo jiné existují i celé webové portály, kde si lidé mohou prohlížet VP z různých koutů celého světa. Návštěvníci takových portálů jako je například <https://www.virtualtravel.cz/>, nebo <https://www.klapy.com/explore?category=all> tak mohou virtuálně cestovat z jednoho kontinentu na druhý během několika sekund (Panoramas s.r.o. 2021, Klapy 2022b).

Dále jsou VP využívány v pohostinství, či hotelnictví. Spoustu z nich má vytvořené VP, které lze procházet přes službu Google Street View, nebo Matterport (Penzion a vinařství u Šimečků 2022, Restaurace Sauna 2022).

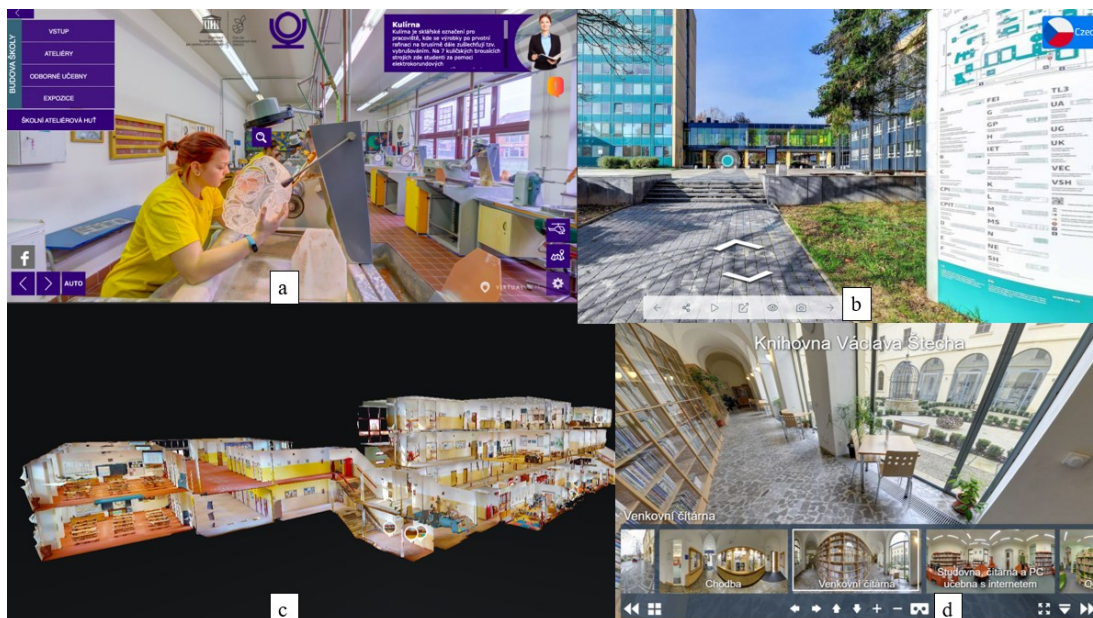
Galerie a muzea také nabízí prezentaci svých budov. Příkladem může být Národní technické muzeum v Praze (NTM 2022) nebo *Národní přírodovědecké muzeum* ve Washingtonu (National Museum of Natural History 2022), které má k dispozici současné i již skončené VP na webových stránkách zcela zdarma. Muzea a galerie ale také nabízí tzv. online výstavy. Podle Národního muzea (2022) je online výstavou obrázková videosekvence s namluveným komentářem. Nejedná se tedy o VP v duchu, jak je popisována za začátku 1. kapitoly. Zájemci o takové výstavy se mohou zdarma podívat na stránky Národního muzea, kde je online k dispozici několik výstav, které již v minulosti proběhly (Národní muzeum 2022).

Další velkou skupinou, která využívá VP, jsou realitní kanceláře. Přes 90 % uživatelů VP realitních kanceláří věří, že jim kvalitní interaktivní prohlídka pomůže v rozhodování při koupi nemovitosti (Kamil a kol. 2021). Benefield a kol. (2019) dodává, že VP jsou častěji využívány u dražších nemovitostí, jelikož přitáhnou movitější klientelu realitním kancelářím.

Spousta škol a jiných vzdělávacích institucí v Česku využívá VP k přilákání studentů, ztraktivnění instituce a spoustu dalším příležitostem. Obrázek 6 ukazuje čtyři prohlídky akademických objektů.

Obrázek 6: Ukázka vybraných prohlídek českých institucí

- a) Střední uměleckoprůmyslové školy sklářské ve Valašském Meziříčí
- b) Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- c) 3D model (tzv. dollhouse) ZŠ Nad Přehradou
- d) Knihovna Václava Štecha ve Slaném



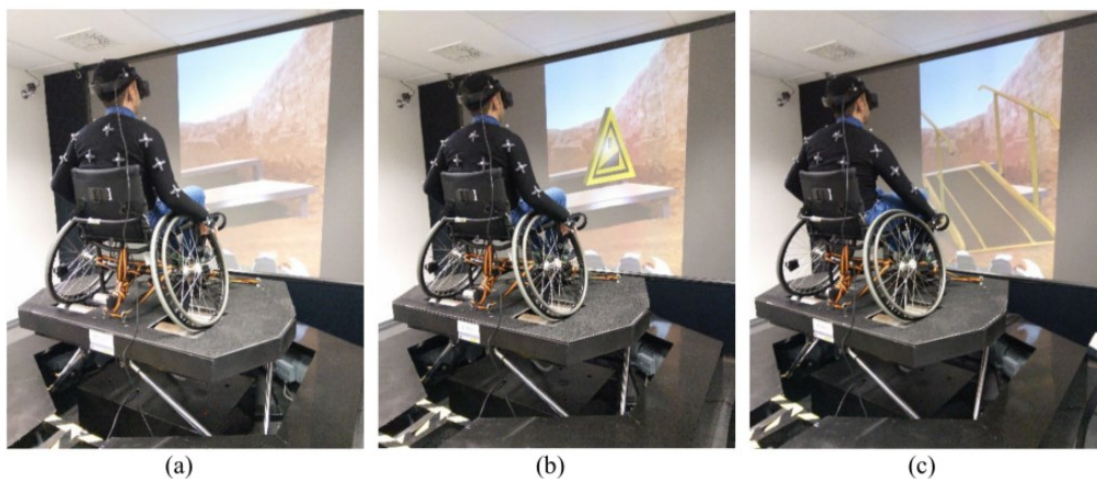
Zdroj: *Virtual Visit* (2021), *VŠB-TUO* (2022), *ZŠ Nad Přehradou* (2022), *Knihovna Václava Štecha Slaný* (2022)

Taktéž řada zahraničních škol a univerzit láká potenciální studenty přes VP. Snaží se prezentovat zajímavými místy, mezi které patří knihovny, moderní učebny, studentské kluby, či reprezentativní místnosti. Jako příklad lze uvést Oxfordskou univerzitu, která představuje své jednotlivé katedry, koleje, venkovní prostory a spoustu dalších míst (University of Oxford 2022). Levonis a kol. (2021) vytvořili prohlídku pro studenty bakalářského studia, aby se mohli seznámit s výzkumnou laboratoří. Prohlídka studentům dopředu přiblíží vybavení laboratoře a klade si za úkol předejít nejistotám studentů v novém prostředí. Nastudování důležitých informací a získání přehledu o možnostech pohybu v prostorách školy by například uvítali i studenti pohybující se na invalidním vozíku.

VP mohou také poskytovat lepší informace o dostupnosti osobám s handicapem. Germann a kol. (2003) ze svých výsledků konstatují, že VP přispívá ke snížení úzkosti u lidí, kteří se potýkají se zdravotním postižením. Jiné VP se snaží o co nejrealističtější zážitek pro osoby s tělesným handicapem. Perez a kol. (2020) upozorňují, že lidé na vozíku čelí nejrůznějším bariérám, které jim brání v dostupnosti místa. Z tohoto důvodu

vytvořili VP památky i s možností, aby se uživatel mohl doslova projíždět rekonstruovaným místem. Obrázek 7 ukazuje situaci, kdy uživatel narazí v prohlídce na schody (a). Následně se uživateli zobrazí ikona, která ho informuje o využití plošiny (b). Po interakci s ikonou se zobrazí plošina a uživatel může pokračovat v prohlídce (c).

*Obrázek 7: Virtuální prohlídka vytvořená pro osoby na invalidním vozíku*



*Zdroj: Perez a kol. (2020)*

### 3. OSOBY SE ZDRAVOTNÍM POSTIŽENÍM

Přes 1 miliardu lidí, tedy zhruba 15 % světové populace, trpí určitou formou zdravotního postižení (WHO 2021). Význam slovního spojení zdravotní postižení je vykládáno různými zdroji odlišně. Zdravotní postižení je podle českého zákona o zaměstnanosti (zákon č. 435/2004 Sb.) chápáno jako dlouhodobě nepříznivý stav, který trvá déle než jeden rok a může se projevovat na základě tělesných, duševních, nebo smyslových nedostatků. Podle Lehnerta a kol. (2014) jsou zdravotně postižené osoby označovány za jedince se specifickými potřebami, nebo za osoby odlišné od běžně známé přijímané normy neboli jakéhosi obvyklého vnímaného standardu.

#### 3.1. Vymezení termínů spojené se zdravotním postižením

V medicínském prostředí jsou termíny, spojené se zdravotním postižením, jasně definované jak na státní, tak na celosvětové úrovni. Čistě medicínskému pohledu se věnuje Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů (někdy jen Mezinárodní klasifikace nemocí – MKN, v originále *International Classification of Diseases and Related Health Problems*). Tato klasifikace, vydána Světovou zdravotnickou organizací (anglicky *World Health Organization* – WHO), sjednocuje systém označování a klasifikace lidských onemocnění. Jsou zde sepsány kódy a názvy nemocí, které člověka omezují a způsobují různá zdravotní postižení, ať už dočasná, či dlouhodobě trvajících (ÚZIS ČR 2022). Není zde ale charakterizováno, co je obecně zdravotní postižení, porucha, či handicap. Proto se WHO zasloužila o vznik Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví (v originále *International Classification of Functioning, Disability and Health* – ICF), která je víceúčelovou klasifikací a napomáhá různým oborům. Během 54. Světového zdravotnického shromáždění v roce 2001 byla tato klasifikace schválena všemi členskými státy WHO a je chápána jako mezinárodní standard pro definování a měření zdravotního stavu a zdravotního postižení (WHO 2022).

Klasifikace ICF byla přeložena do češtiny a vydána v roce 2008 jako Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví (MKF). Je považována za základní výchozí dokument, který klade důraz zejména na popsání a vymezení pojmů souvisejících se zdravotním postižením, disability a popsání jednotlivých typů postižení (Břízová a kol. 2019).

Podle MKF samotnému výrazu *zdravotní postižení* předcházela pojem *handicap*, který byl později vystřídán slovem *disabilita*. Tyto dva pojmy měly své přesné definice a jasně se od sebe rozlišovaly. Dnes je slovo *handicap* zastoupeno pojmem *omezení participace*, které je chápáno podle MKF jako jakýkoliv problém jedince související se sociálním zapojením v různých životních situacích. *Disabilitu* nahrazuje termín *snížení aktivity*, který vyjadřuje v MKF možné obtíže spojené s aktivitou jedince a zabraňují mu provádět některé činnosti v plné míře. Označení *disabilita* se dnes používá jako zastřešující označení, které propojuje tělo, jedince a společnost. Nabízí možnost hledání proměn na všech úrovních s cílem umožnění co nejvyšší míry participace jedince. *Disabilita* spojuje termíny *omezení participace* a *snížení aktivity* a vyjadřuje tak poruchy, které mají negativní dopad na zdravotní stav, fyzické schopnosti a interakci s okolním prostředím. Jedná se o omezení člověka v jeho fyzických nebo psychických činnostech. Je důležité poznamenat, že klasifikace MKF neuvádí žádnou definici pro zdravotní postižení. Avšak z popsaných termínů v dokumentu, včetně výše uvedených, je *zdravotní postižení* chápáno jako synonymum ke slovu *disabilita* (WHO, ÚZIS 2020).

Z výše uvedených termínů je patrné, že zdravotní postižení je velmi komplexní, rozsáhlé a složité. Světová banka společně s WHO (2011) uvádějí, že zdravotní postižení nemusí být problém vyloženě lékařský, ale častokrát se jedná spíše o problém sociální. Samotná klasifikace MKF informuje, aby se při vyhodnocování zdravotního stavu pacienta, jeho schopnostech a možnostech nepřistupovalo jednotvárně. Usiluje o individuální přístup ke každé osobě a správné popsání jejích zdravotních problémů a funkčních schopností (WHO, ÚZIS 2020).

### **3.2. Možnosti členění zdravotního postižení**

Způsobů, jak nahlížet na klasifikování *disabilit*, může být mnoho. „*Zdravotní postižení zahrnuje dítě narozené s vrozeným onemocněním ..., mladého vojáka, který přišel o nohu v důsledku náslapné miny, nebo ženu středního věku s těžkou artritidou, nebo starého člověka s demencí...*“ (WHO, The World Bank 2011, s. 7-8). Je tedy velmi různorodé a heterogenní. V některých případech není na první pohled zdravotní omezení viditelné. Postižení nemusí být vždy dlouhodobého charakteru, ale zahrnuje se do něj i dočasné postižení. Je dobré poznamenat, že spousta lidí s diagnózou se necítí být nijak

výrazně omezena a ani se nepovažují za zdravotně postižené (WHO, The World Bank 2011).

Zákon č. 108/2006 Sb. (o sociálních službách), který mimo jiné „*upravuje podmínky poskytování pomoci a podpory fyzickým osobám v nepříznivé sociální situaci*“, kategorizuje zdravotní postižení na *fyzické, mentální, duševní, smyslové a kombinované*.

*Fyzické*, nebo také *tělesné* postižení omezuje člověka v jeho možnostech ovládnutí těla. Zpravidla se rozlišuje postižení dolních končetin a horních končetin (VVOZP 2021).

*Mentální* postižení „*představuje komplex specifík vzhledem k osobnosti, sociální adaptabilitě, chování, motorice, pozornosti a řadě další*“ (Lehnert a kol. 2014, kap. 20). Dělení se odvíjí podle inteligenčního kvocientu dané osoby.

*Duševní* porucha může souviset s důsledky vývoje osobnosti, nebo může být vrozená. Taková porucha výrazně ovlivňuje psychiku člověka, jeho chování a vnímání (Dušek, Večeřová-Procházková 2010).

Do *smyslových* postižení jsou zahrnuty všechny poruchy, týkající se zraku, sluchu, citění, ale například i vnímání bolesti. Některé zdroje jako například Lehnert a kol. (2014) se vůbec nezmiňují o smyslových postiženích, ale rovnou samostatně vymezují konkrétní smyslová postižení, například zrakové, či sluchové postižení.

*Kombinované* zdravotní postižení pojí více zdravotních postižení s jednou osobou. Kupříkladu u mladého člověka, který skončil nešťastnou náhodou na invalidním vozíku, se začnou projevovat duševní poruchy kvůli jeho prvnímu postižení.

MKF nenabízí výše uvedené klasické členění, ale spíše popisuje a definuje jednotlivé tělesné funkce a tělesné struktury u zdravotně postižených osob. Tělesné funkce a struktury jsou v klasifikaci podrobně kategorizovány a definovány. Takové členění pak dává možnost neškátulkovat pacienta podle převládajícího typu zdravotního postižení, ale umožňuje diagnostikovat zdravotní stav na míru podle konkrétní osoby s jejími specifickými poruchami (WHO, ÚZIS 2020).

*Tělesnou funkcí* jsou myšleny „*fyziologické funkce tělesných systémů*“ (WHO, ÚZIS 2020, s. 271). Konkrétní část lidského těla jako jsou orgány, končetiny a další se označují za *tělesnou strukturu*.

Vzhledem k charakteru práce bude dále věnována pozornost jen tělesnému zdravotnímu postižení.

### 3.3. Základní charakteristiky tělesného postižení a jeho dělení

Tělesné postižení může být také formulováno jako porucha hybnosti. Člověk s touto diagnózou nemůže kompletně, či ne v plné míře ovládat část, nebo celé své tělo. Jeho pohybový projev je tedy odlišný a specifický od člověka fyzicky zdravého (Lehnert a kol. 2014). Mezi nejčastější typy tělesného postižení podle Lehnerta a kol. se řadí *dětská mozková obrna, rozštěp páteře, ochrnutí v důsledku poranění míchy* a tělesné postižení v důsledku *amputace končetiny*.

- *Dětská mozková obrna postihuje* centrální nervový systém. Následkem je neschopnost ovládnutí svalstva. Příčiny poruchy souvisejí s předporodními, porodními a poporodními činiteli jako je například předčasný porod, přenošenost, či kojenecké infekce. (Lehnert a kol. 2014).
- *Rozštěp páteře* patří k rozeným vadám. Nejčastěji jde o částečný výhřez míchy kolem bederní oblasti.
- K *ochrnutí po poranění míchy* dochází po těžkých úrazech jako jsou dopravní nehody, pády z velkých výšek, či sportovních nebo pracovních zraněních. Poškození míchy má pak za následek znecitlivění určité části těla a jeho neschopnosti ovládat ho (CZEPA 2021).
- *Amputace* vede k trvalému a nezvratnému odstranění končetiny. K takovému zákroku se přistupuje v momentě, kdy by ponechání končetiny vedlo k následnému závažnému zhoršení zdravotního stavu, či případně smrti (Lehnert 2014).

Poruchy tělesně postižených tedy častokrát výrazně omezují možnosti v jejich mobilitě, někteří z nich jsou odkázáni výhradně na pomoc druhých. Pohyb mají mnohdy ztížený kvůli možnostem invalidního vozíku. V každém případě je nutné dbát na jejich začleňování do běžné společnosti, usnadňovat a vytvářet jim vhodné prostředí k jejich lepšímu fungování (WHO 2021).

### **3.4. Osoby pohybující se na invalidním vozíku**

Osobě s fyzickým postižením je velkou pomocí invalidní vozík, díky kterému je schopna se sama pohybovat jak ve vnitřních, tak ve venkovních prostorech. Míra schopnosti samostatného pohybu člověka na vozíku je odvozena od míry poklesu jeho funkčních schopností. Kromě základní funkce, kterou je mobilita, umožňuje určitou nezávislost na ostatních, může napomáhat ke zlepšování zdravotního stavu handicapovaného a v neposlední řadě napomáhá k začleňování do společnosti a běžného života, které by bez invalidního křesla bylo velmi obtížné (WHO 2012).

Lidé trpí tělesným postižením v různém věku, a tak i invalidní vozíky jsou uzpůsobeny jejich velikosti, váze a stáří. Existují invalidní vozíky mechanické, které jsou určeny pro handicapované, jejichž fyzická zdatnost jim umožňuje ručně vozík ovládat. Na mechanickém vozíku se mohou lidé pohybovat svépomocí, nebo jim s pohybem pomáhá druhá osoba. Záleží na fyzické zdatnosti handicapované osoby a na míře jejího zdravotního stavu. Elektrické vozíky využívají převážně osoby, které mají ochrnutou dolní, ale zároveň i horní končetiny, navíc mohou trpět chronickými nebo mentálními nemocemi, či jinými typy zdravotního postižení (Opatřilová, Zámečnicková 2014). Rozměry invalidních vozíků se odvíjí podle šířky sedu tělesně postiženého. Šířka sedu invalidního vozíku se pohybuje v rozmezí 36 až 60 cm. Celková šířka vozíku pak zpravidla činí o 18 až 20 cm více než šířka sedu. Celková šířka vychází z faktu, že jsou po stranách vozíku umístěné opěrky na ruce a kola s obručemi pro ruční pohon sedícího na vozíku (MedicaSpace 2022). Průměr kruhové plochy při otáčení vozíku o 360° přesahuje jak u mechanického, tak u elektrického vozíku 100 cm (Neposedíme z. s. 2019).

#### **3.4.1. Vybrané technické požadavky zabezpečující bezbariérový pohyb**

Mezi zlepšování kvality života nejen tělesně postižených osob je velmi důležité odstraňování bariér, které znemožňují dostat se z jednoho místa na druhé. Vyhláška 398/2009 Sb. se věnuje problematice bezbariérového přístupu pro osoby se sníženou možností pohybu, ale i orientace, kam spadá zrakové, či sluchové omezení.

V rámci řešení problémů bezbariérového přístupu osob se sníženou možností pohybu jsou do této kategorie zahrnuty osoby pohybující se na invalidním vozíku, s kočárkem, berlemi, či chodítkem. Bezbariérové stavby by měly také vyhovovat a usnadňovat mobilitu těhotným ženám a osobám s dětmi do tří let (Vyhláška 398/2009 Sb.).

Přílohy této vyhlášky obsahují výčet předpokladů, které zajišťují volnou mobilitu osobám s tělesným omezením. Vymezuje například šířku vstupních dveří, která nemůže být užší než 125 cm. V případě dvoukřídlých dveří, je šířka jednoho křídla minimálně 90 cm. Sklon před vstupem nesmí být větší než 2 %. Minimální šířka dveří ve vnitřních prostorech je 80 cm. Šířka bezbariérových ramp musí činit nejméně 150 cm a podélný sklon nepřesáhne 6,25 %. Prostor ve výtahu je nejméně 110 x 140 cm. Místnosti a chodby by měly umožňovat plné otáčení vozíku. Tyto prostory by měly odpovídat rozměru kruhové plochy o průměru standartního vozíku, tedy alespoň 150 cm.

Většina starých nebo historických budov není schopna vyhovět této vyhlášce. Pražská organizace vozíčkářů vytvořila svou vlastní metodiku dostupnosti budov. Jejich příručka kategorizace přístupnosti budov má mírnější nároky na splnění alespoň částečné dostupnosti pro osoby pohybující se na invalidním vozíku (POV 2022).

### **3.5. Studenti se speciálními potřebami na Univerzitě Karlově**

Ke konci roku 2020 evidovala Univerzita Karlova 708 studentů se specifickými potřebami. Jejich počet se od roku 2015 více jak zdvojnásobil (Univerzita Karlova 2021). Podle výroku WHO (2021) se počet osob se zdravotním postižením bude zvyšovat je pravděpodobné, že se budou počty studentů se speciálními potřebami také zvyšovat.

*Student se speciálními potřebami* je student se zrakovým, sluchovým nebo pohybovým znevýhodněním. Dále se mezi ně řadí osoby se specifickými poruchami učení, poruchami autistického spektra a psychickými poruchami (Centrum Carolina 2022a). Za jejich podporu při studiu, poskytované služby, jako je například digitalizace studijních materiálů, nebo zapůjčení technických a kompenzačních pomůcek, a jejich organizaci zodpovídá Centrum Carolina.

#### **3.5.1. Přístupnost budov pro osoby se sníženou možností pohybu**

Centrum Carolina, které se věnuje nejen přístupnosti univerzitních budov, přejímá značení o přístupnosti jednotlivých budov podle Pražské organizace vozíčkářů (POV). Typy ikon představuje Obrázek 8. Kromě ikon, které informují o tom, zda se handicapovaná osoba do budovy dostane bez pomoci (objekt přístupný), s částečnou pomocí (objekt částečně přístupný), nebo jediné s plnou pomocí (objekt obtížně přístupný nebo nepřístupný), přebírá i doplňující piktogramy, které detailněji poskytují přehled, s čím

se může na místě tělesně postižený setkat. Každá budova má svůj detailní popis, který je uzpůsobený pro studenty se speciálními potřebami, a přiložena je i fotogalerie.

Obrázek 8: Grafické rozlišení přístupnosti budov podle POV



Zdroj: POV (2020)

### 3.5.2. Ikony přístupnosti podle POV

*Objekt přístupný* může být budova, která je zcela přístupná, nebo její větší část a má zajištěný aspoň jeden bezbariérový vstup. Mobilní i pevné rampy, dveře a průchody odpovídají stanoveným rozměrům. Důležitým aspektem by měl být fakt, že se handicapovaný bude moci pohybovat sám bez potřeby pomoci ostatních. Předpokládá se tedy, že jedinec při vstupu nebo v rámci pohybování se v objektu nebude muset překonávat schodiště.

Pokud se tělesně handicapovaná osoba dostane do budovy jen za určitých podmínek, jedná se o *objekt s částečným přístupem*. Vstup ovlivňuje celá řada okolností, které se odvíjejí podle konkrétní osoby s určitým typem postižení, ale musí být dodrženy aspoň minimální limity pro pohyb a manipulaci v uzavřených prostorech, či chodbách.

Třetím typem přístupnosti je objekt, který je pro osoby s tělesným omezením *obtížně přístupný, nebo nepřístupný*. Nejsou dodrženy míry pro překonání překážek a snadnému pohybu, a pokud se jedinec potřebuje v takové budově pohybovat, jeho mobilita je v takovém typu objektu velmi komplikovaná (POV 2020).

Přehled zásadních kritérií pro určení typu budovy, aby vyhovovala osobám pohybujícím se na invalidním vozíku je k dispozici v Příloze 1.

### 3.5.3. Přístupnost budovy Albertov Přírodovědecké fakulty UK

Seznam přístupnosti budov pro studenty se speciálními potřebami zahrnuje jen dvě budovy Přírodovědecké fakulty; budovu Albertov 6 a Viničná 7. Ostatní budovy (například budovy v Hlavově ulici) Centrum nenabízí (Centrum Carolina 2022b). Základní informace o přístupnosti všech budov jsou dohledatelné na webu fakulty. K dispozici je základní přehled o možnostech přístupnosti pro studenty se speciálními potřebami (PřF UK 2022a).

Budova Viničná je podle Centra Carolina (2022c) hůře dostupná. Do budovy je možné se dostat bočním vchodem, který je bezbariérový, ale neoznačený. Tento vedlejší vstup funguje na čip, který je možné získat na vrátnici, která je přístupná jen po schodech přes hlavní vchod. Zvonková signalizace u vedlejšího vchodu není nainstalovaná. Uvnitř budovy se tělesně handicapovaná osoba dostane do všech podlaží. Hlavním problémem je především dostat se dovnitř. Vstup pro člověka, pohybujícího se na vozíku, je tedy možný jen v případě asistenční osoby.

Albertov 6 je přístupný přes vedlejší vchod, fungující na čip, který je dostupný na vrátnici, nebo je možno získat vlastní. Pro člověka pohybující se na vozíku, který nemá možnost si čip na vrátnici vyzvednout, je k dispozici zvonek, čímž si přivolá obsluhu, která mu umožní vstup do budovy. Pohyb v interiéru zvládne, až některé výjimky, vozíčkář sám. Přístupná jsou mu díky výtahu všechny patra stejně tak jako ve Viničné 7.

## 4. ANALÝZA PROGRAMŮ PRO TVORBU VIRTUÁLNÍCH PROHLÍDEK

Současná nabídka programů pro vytvoření VP je velmi široká vzhledem k faktu, kde všude se dají využít (viz kapitola 2.4). Dokazují to i webové portály, které porovnávají a nabízejí nejružnější počítačové programy a online webové aplikace s odlišným zaměřením (Capterra 2022, G2 2022).

V rámci práce byly testovány a porovnány 4 softwary. Webové aplikace (Webobook, Metareal) a desktopové aplikace (3DVista a Krpano) jsou představeny v kapitolách (kapitola 4.1 a 4.2). Tyto programy byly zvolené na základě konzultace s Centrem Carolina a možnosti vyzkoušení programu zdarma, ať už na dobu určitou, nebo neurčitou.

Testování jednotlivých softwarů bylo zaměřeno především na uživatelské prvky a funkce VP. Prvky a funkce, které shrnuje Tabulka 1, jsou na základě dohody s Centrem Carolina shledány jako nezbytné, nebo vhodné pro vytvoření VP Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy uzpůsobené pro potřeby osob pohybujících se na invalidním vozíku.

Tabulka 1: Požadované uživatelské prvky a funkce

<b>POŽADOVANÉ UŽIVATELSKÉ PRVKY A FUNKCE VP</b>	
informativní hotspoty	nezbytné
plán prohlídky	nezbytné
nastavení rychlosti otáčení 360° scény	nezbytné
zobrazení polohy pozorovatele na plánu	nezbytné
měření délek ve scéně	výhodou
otáčení 360° scény klávesami	výhodou
přidání vlastního programovatelného prvku	výhodou
nižší cenové náklady	výhodou
uživatelská vstřícnost	výhodou

Zdroj: autorka práce

Výše zmíněné položky v Tabulce 1, které jsou označeny jako nezbytné, jsou blíže představeny v následujících odstavcích. Konkrétně jde o hotspoty, respektive informativní hotspoty, plán prohlídky, nastavení rychlosti otáčení 360° scény a zobrazení polohy pozorovatele na plánu prohlídky.

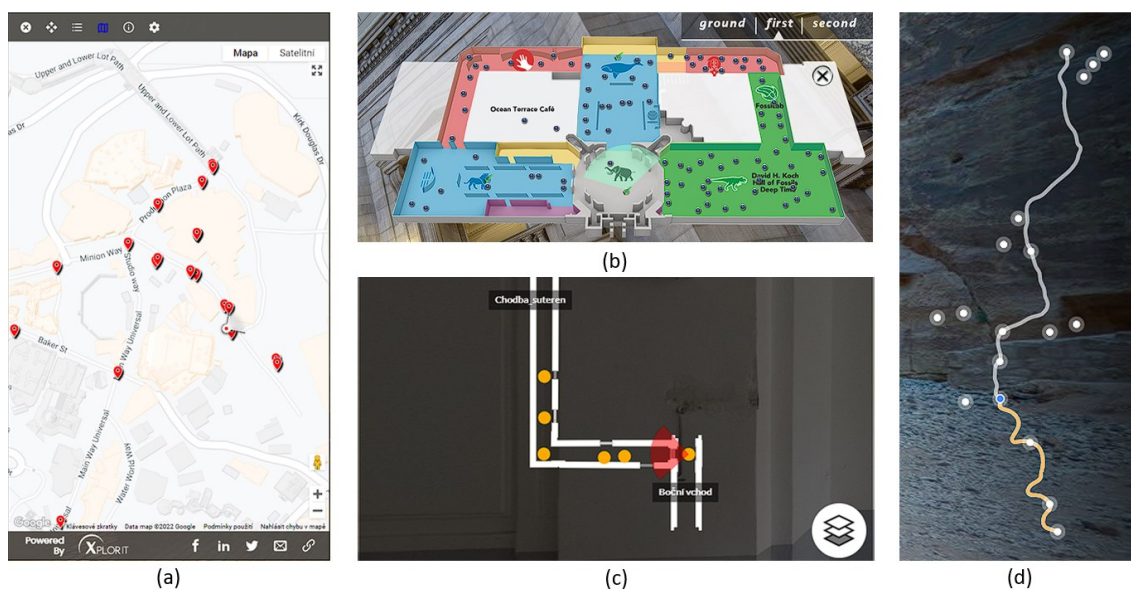
*Hotspot* je běžně používaným pojmem pro práci s VP. Jedná se o interaktivní tlačítko, které odkazuje na další multimédium. Může se jednat o text, obrázek, video, internetový odkaz, audiozáznam a další. Pro výslednou VP je nutné, aby 360° snímky obsahovaly hotspoty, které uživatele přesunou do další scény. Většina programů pro vytvoření VP tuto skutečnost umožňuje, a proto nebyla zahrnuta v Tabulce 1. To ovšem neplatí o informativních hotspotech. Jsou tím myšleny hotspoty, které odkazují na obrázky, videa, texty aj. VP tvořené pro potřeby vozíčkářů by tyto prvky měly jednoznačně obsahovat.

*Plán*, nebo také *půdorys* prohlídky umožňuje uživatelům jednodušší orientaci v prohlídce. Rovněž uživatelům nabízí udělat si celkový přehled o reálném místě, pro něž je VP tvořena. V půdorysu jsou graficky vyznačena místa prohlídky, které může uživatel virtuálně navštívit. Tato místa v ideálním případě fungují jako hotspoty, které přesunou návštěvníka do zvolené 360° scény.

Součástí každé VP je přednastavená *rychlost otáčení* 360° scény. Otáčení může být manuální (pomocí myši nebo klávesnice), nebo automatické, záleží na konkrétním typu softwaru. Spousta programů nabízí oba typy otáčení. Za důležitou součást výsledné VP je považována podmínka, aby bylo možné změnit původní nastavení rychlosti otáčení 360° scény. Nejlépe, aby se dala rychlost změnit v samotném uživatelském rozhraní prohlídky.

Během testování byl kladen důraz na funkci *zobrazení polohy uživatele*. Nejčastěji bývá tento požadavek ve VP splněn skrze barevné výseče tzv. *radary* (3DVista 2022a). Jde o grafické prvky v plánu prohlídky, které ukazují, jakým směrem se uživatel aktuálně dívá a kde se nachází. Stejného cíle lze dosáhnout například pomocí pulzujícího hotpotu, či změny jeho barvy na plánu. V tomto případě má uživatel jen informaci, o své poloze. Obrázek 9 ukazuje různá řešení zobrazení polohy uživatele v plánu prohlídky.

Obrázek 9: Zobrazení polohy uživatele v plánu virtuální prohlídky



Zdroj: (a): Xplorit (2022), (b): National museum of natural history (2022), (c): autor s využitím Metareal (2022), (d): Google (2022b)

## 4.1. Online webové aplikace

Dnešní doba umožňuje tvorbu VP mimo jiné přímo na internetu. Online webové aplikace jsou většinou přístupné alespoň částečně, nebo zcela zdarma. Je však otázkou, do jaké míry mohou být takové programy užitečné a zda splňují konkrétní požadavky a očekávání uživatele.

### 4.1.1. WeboBook

Jedná se o volně dostupnou webovou aplikaci. Jedinou podmínkou je registrace uživatele na stránkách aplikace. Po registraci je možné vytvoření tří virtuálních prohlídek zdarma bez jakéhokoliv omezení počtu snímků a funkčnosti v prohlídce. Pokud uživatel potřebuje vytvořit více prohlídek, je nutné za další prohlídky zaplatit. Výše ceny za software se pak pohybuje podle počtu VP a periodě předplatného (WeboBook 2022). Možné varianty ceny za software shrnuje Tabulka 2.

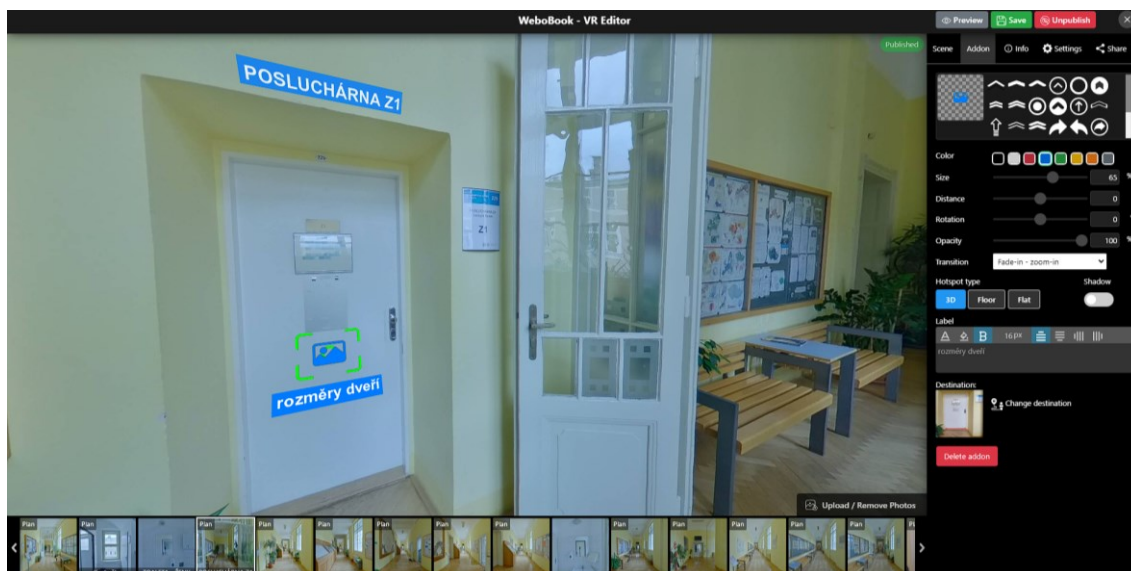
Tabulka 2: Balíčky a ceny softwaru Webobook

Možnosti a cena softwaru Webobook [€]				
typ předplatného	počet virtuálních prohlídek			
	3	15	150	∞
měsíční	€ 0	€ 10	€ 25	€ 40
roční	€ 0	€ 96	€ 252	€ 408
Max velikost jednoho souboru (panoramatického snímku) [MB]	100	100	500	1000
dostupné funkce	všechny bez možnosti záznamu zvuku a nahrávání videa	všechny	všechny	všechny
další	reklamy	bez reklam	bez reklam	bez reklam

Zdroj: autorka práce, Webobook (2022)

Celá aplikace je velmi intuitivní a přehledná. Uživatel se v ní velice rychle zorientuje a do pár minut je schopný celý program ovládat a vytvořit VP. Není tedy zapotřebí žádná předešlá zkušenost. Aplikace plně podporuje import 360° snímků a 360° videí. Jako doplněk je možné importovat i běžné 2D fotografie. Jedinou podmínkou pro import snímků je dodržet limit velikosti nahrávaného souboru, což je ve verzi zdarma 100 MB. Nahrané snímky lze nastavit na výchozí pohled, který se uživateli zobrazí při přesunu na snímek. Obrázek 10 ukazuje editaci VP v programu, konkrétně editaci hotspotu s vložením 2D fotografie.

Obrázek 10: Editace virtuální prohlídky v aplikaci Webobook



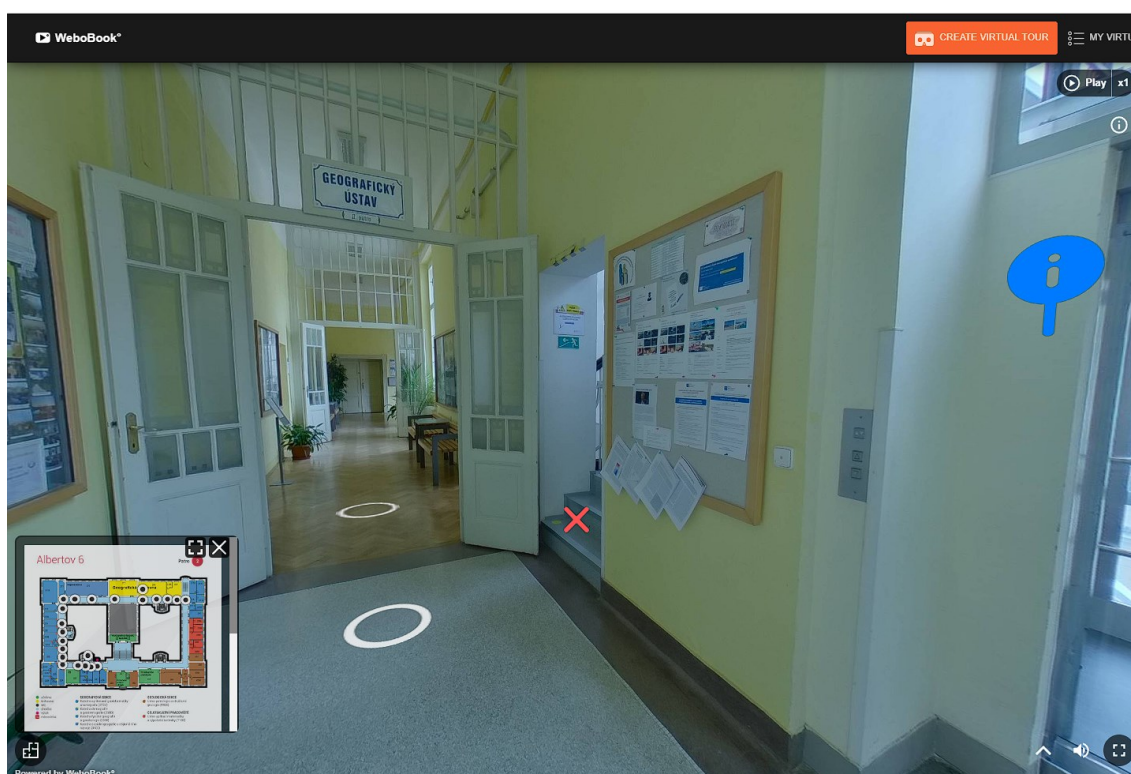
Zdroj: autorka práce, Webobook (2022)

Prohlídku lze obohatit o textové informace, ikony, kontaktní informace, hlasového záznamu a spoustu dalšího. Do spodní části prohlídky je možné přidat plán půdorysu

budovy pro jednodušší orientaci v prohlídce. Zároveň aplikace umožňuje vkládání hotspotů, a to jak do jednotlivých snímků, tak do plánu půdorysu. Vkládané hotspoty na snímku mohou být v podobě, textu, obrázku, další scény nebo odkazu na webovou stránku. 360° scénu je možné obohatit o krátké informativní texty. Není možné vkládat klasická videa, ale lze přidat odkaz na video z kanálu Youtube, které se dá přehrát přímo v prohlídce (Webobook 2022).

Výslednou VP může uživatel publikovat zcela zdarma a lze ji také sdílet na sociálních sítích Facebooku nebo Twitteru. Dá se také poslat konkrétním osobám přes e-mail. Aplikace nabízí možnost posílání online zpráv v samotné prohlídce. Bude-li autor VP v daný moment dostupný, je umožněna přímá komunikace s uživateli a autorem. Také lze komunikovat prostřednictvím videohovoru (Webobook 2022). Obrázek 11 představuje ukázkou VP aplikace Webobook.

Obrázek 11: Ukázka virtuální prohlídky v aplikaci Webobook



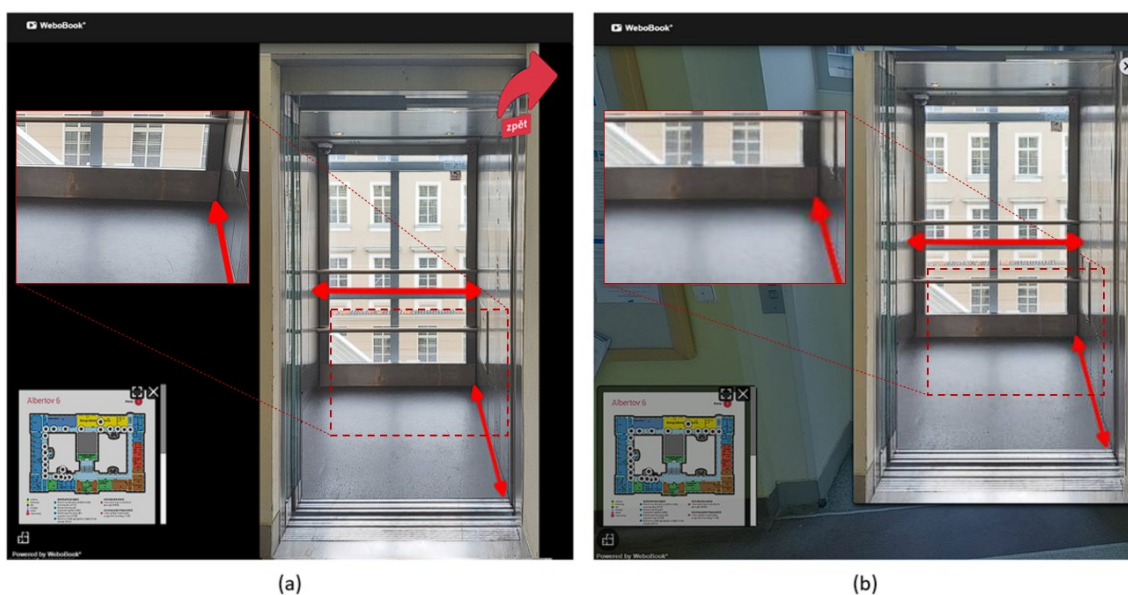
Zdroj: autorka práce, Webobook (2022)

Slabinou softwaru je omezená velikost vkládání 2D fotografií. Vložená fotografie, či jakýkoliv jiný obrázek se při vložení zkomprimuje a stane se neostrým. Pro zachování kvality obrázku je možné využít alternativní způsob. Místo nahrání obrázku při editaci informativního hotpotu ho lze přidat do nové 360° scény. Výsledkem bude zobrazení

samostatného obrázku na nové scéně. Zdánlivě se ale bude zdát, že jde jen pouze o zobrazení klasického 2D obrázku na černém pozadí. Ve skutečnosti se dá s obrázkem pohybovat stejným způsobem, jako s panoramatickou fotografií. Uživatelské rozhraní je ovšem tak nastaveno, že by uživatele nemělo napadnout otáčet obrázkem kolem dokola. Obrázek 12 dokazuje rozdíl kvality 2D snímku mezi 360° scénou a hotspotem s vloženou fotografií, zvláště v přiblíženém čtverci u červené šipky.

Obrázek 12: Porovnání kvality 2D snímku

- a) Vložený 2D obrázek do 360° scény – vyšší kvalita
- b) Zobrazení 2D obrázku přes informativní hotspot – nízká kvalita



Zdroj: autorka práce, Webobook (2022)

Druhý problém se týká plánu prohlídky. Kvalita nahraného plánu se od určité velikosti souboru také zhoršuje podobně jako u vložení obyčejného obrázku. Dílčím problémem je skutečnost, že prohlídkám, které mají víc jak jedno patro nelze přidat další samostatný plán. Hotspoty na plánu prohlídky nelze zmenšovat ani zvětšovat. Pokud bude například plán půdorysu malý, velikost hotpotu bude velká, a tudíž může překrývat jednotlivé místnosti, či chodby a plán se tak stává pro uživatele hůře čitelný. Softwaru zcela chybí funkce zobrazení polohy pozorovatele v plánu prohlídky, čímž se program pro účel práce stává nevyhovujícím.

Výsledek krátké VP části Přírodovědecké fakulty UK je k dispozici na následujícím odkazu: <https://webobook.com/public/62543236bd1a857c07676fe2.en>.

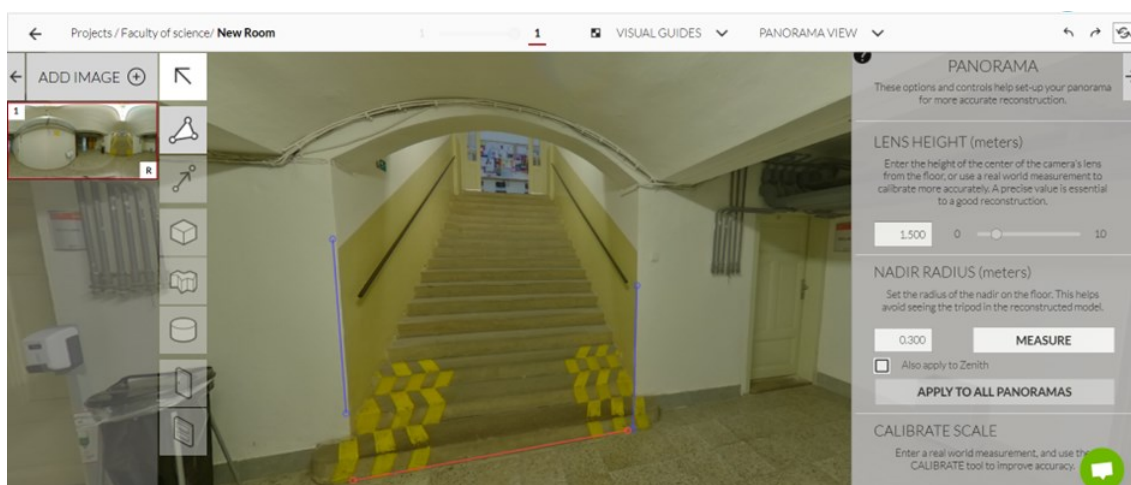
### 4.1.2. Metareal

Druhou testovanou webovou aplikací byl Metareal. Předností tohoto programu je rekonstrukce 3D modelu z panoramatického snímku. Podobným produktem na trhu je software Matterport, jehož výsledek představuje varianta c) na Obrázku 6 v kapitole 2.4. Program Metareal je v omezených podmínkách dostupný online po předchozí registraci, nebo přihlášení přes Google účet.

Ačkoliv aplikace dokáže z panoramatického snímku vytvořit 3D model, jeho tvorba není automatická. V editoru aplikace je za potřeby provést několik kroků, které vedou k vytvoření 3D modelu.

Nejprve je potřeba si v prostředí softwaru vytvořit pracovní prostor, kam se nahrají 360° snímky příslušící jedné reálné místnosti. Po nahrání panoramat se provede registrace snímků a zvolí se referenční panorama, podle kterého se budou orientovat ostatní snímky z místnosti. V referenčním panoramatu se ve snímku vyznačí úroveň podkladu a poté se může provést případná korekce stěn, aby směřovaly kolmo k zemi (Obrázek 13). V rámci referenčního snímku se upravuje výška pořízení snímku pro pozdější měření délek v prohlídce. Případně lze ve snímku vyznačit konkrétní přímku s reálnou vzdáleností pro zlepšení přesnosti měření délek. V panoramatické fotografii je pak třeba vyznačit rohy místnosti, dveře, okna a v podobě kvádrů a dalších trojrozměrných těles se naznačují i další objekty v místnosti (např. skříň, stůl atd.), podle kterých se vytvoří 3D model. Obrázek 13 ukazuje editor místnosti aplikace Metareal, kde je červenou přímkou vyznačena úroveň podlahy a modrou přímkou se naznačují kolmice k podlaze.

Obrázek 13: Příprava panoramatického snímku pro rekonstrukci 3D modelu



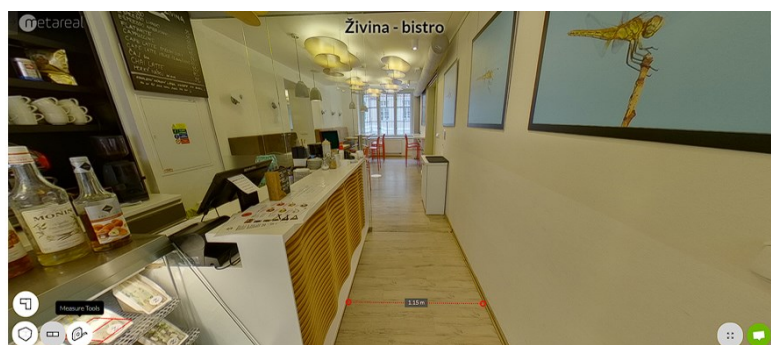
Zdroj: autorka práce s využitím Metareal (2022)

Metareal vizualizuje prohlížené prostory třemi různými způsoby; virtuální prohlídkou, 3D modelem budovy a 2D plánem. Všechny způsoby jsou vidět na Obrázku 14.

- 1) Virtuální 360° prohlídka v programu Metareal vypadá na první pohled úplně stejně, jako v jakémkoliv jiném programu, ve kterém se dají prohlížet panoramatické 360° fotografie. Ovšem navíc lze v prohlídce měřit libovolné vzdálenosti, což představuje pro tělesně handicapované osoby velmi příjemný bonus. Součástí vizualizace je i plán prohlídky s aktuální polohou pozorovatele včetně radaru, tedy směru pozorování.
- 2) 3D model je jen k nahlížení. U tohoto zobrazení může uživatel model přibližovat, nebo oddalovat a otáčet ho jakýmkoliv směrem.
- 3) Program má k dispozici samostatné zobrazení 2D půdorysu prohlížených prostor. V rámci úpravy plánu je možné popsat jednotlivé místnosti, měnit barvu textů a linií naznačujících stěny. Editor také může v plánu vyznačit jakékoliv délky, které mohou budoucím virtuálním návštěvníkům pomoci o představě velikosti místností.

Obrázek 14: Výsledná vizualizace virtuální prohlídky v softwaru Metareal

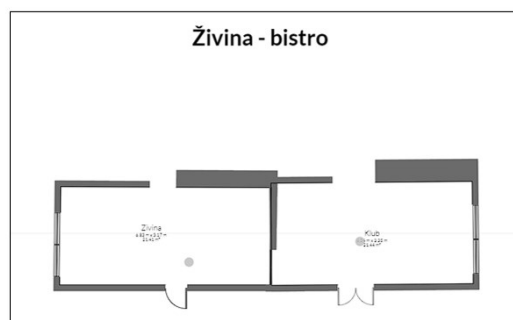
- a) Virtuální prohlídka přes 360° snímky
- b) 3D model prohlížených prostor
- c) Půdorys virtuální prohlídky



(a)



(b)



(c)

Zdroj: autorka práce s využitím Metareal (2022)

Program je náročnější na ovládání. Vytváření jednotlivých místností a jejich rekonstrukce do podoby modelu zabírá nemálo času. K dosažení co nejvěrnějšího 3D modelu a správného měření délek na snímcích je potřeba značné trpělivosti. Do 1 GB dat je program dostupný zdarma. Jeho cena se tedy odvíjí podle velikosti nahraných dat do interního úložiště. Podrobnější informace o ceně přináší Tabulka 3. Dražší typy předplatného nabízejí více možností oproti neplacené verzi. Příkladem může být import vlastního firemního loga, nahrání prohlídky do služby Google Street View, nebo uložení 2D půdorysu do počítače (Metareal 2022).

Tabulka 3: Balíčky a cena softwaru Metareal

Cena softwaru Metareal za měsíc [€]			
typ předplatného	název předplatného		
	Creator	Professional	Premium
měsíční	\$0,00	\$9,95	\$39,00
velikost nahraných dat [GB]	1	5	50

Zdroj: autorka práce s využitím Metareal (2022)

Při prohlížení panoramat je možné se otáčet pomocí šipek na klávesnici, ale rychlost otáčení scény nelze ovlivnit. Na plánu prohlídky je zobrazena poloha uživatele v podobě radaru, jeho grafické znázornění se ale změnit nedá. Měření libovolné vzdálenosti na snímku a vizualizace 3D modelu patří k hlavním přednostem softwaru. Do prohlídky ovšem nelze přidat další obrázky ani fotografie v podobě hotspotů. Do 360° scén není možné dopsat jakýkoliv informativní text. Časová náročnost na tvorbu a prvotní učení se s editorem může vést k odrazení tvorby virtuální prohlídky. Ačkoliv online software nabízí nevšední zpracování virtuální prohlídky na internetu, nevyhovuje všem důležitým podmínkám, které jsou v Tabulce 1.

Výsledek prohlídky bistra Živina, na kterém se program testoval, je k dispozici na odkazu: <https://tour.metareal.com/apps/player?asset=6f0627ef-88b3-4a5e-ab16-bfec4b8d4804&position=10.76x1.49y0.83z&rotation=5.21x-191.68y0.00z>.

## 4.2. Desktopové aplikace

Nainstalované softwary v počítači zpravidla představují větší spolehlivost a možnosti. Je třeba počítat s volným úložištěm v počítači, kde je prohlídka tvořena. Finální vytvořený produkt patří jejímu autorovi, se kterým si může dále nakládat dle libosti.

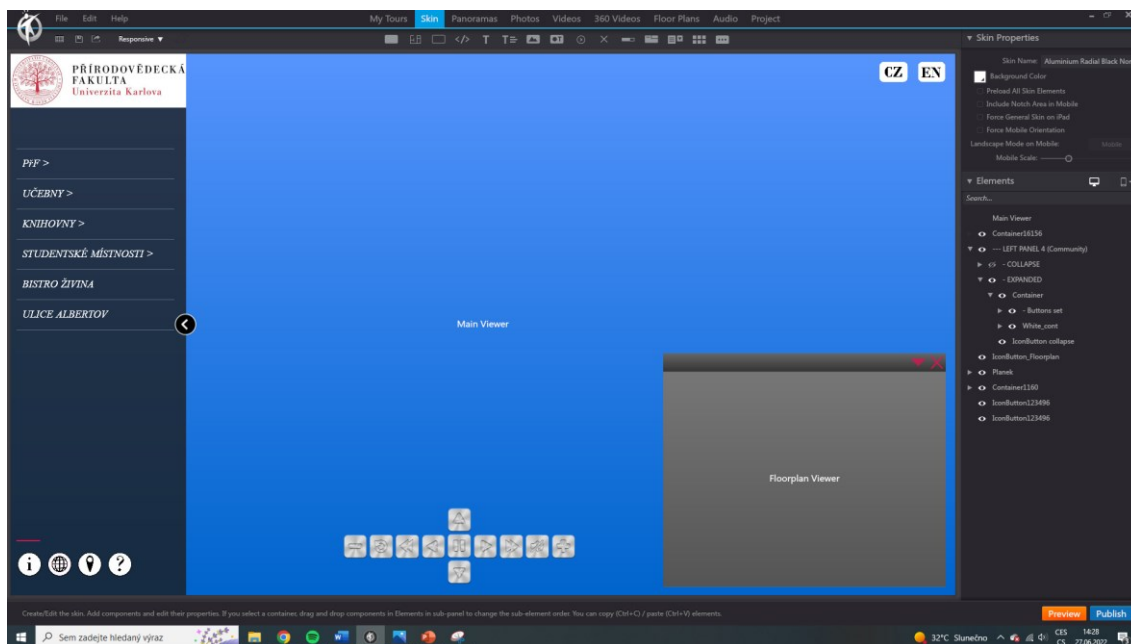
### 4.2.1. 3DVista Virtual Tour

3DVista je pravidelně hodnocena jako jeden z nejlepších softwarů pro tvorbu VP (The 360 Guy 2021, GoodFirms 2022, Williams 2022). Licence programu je placená, ale její platba je jednorázová a je možné její plné vyzkoušení na 30 dní zdarma. Aktuální cena softwaru činí 499€. Firma mimo jiné nabízí doprovodné programy, které mohou být prospěšné například pro zpracování panoramatických snímků (3DVista 2022b).

Program se skládá z grafického editovatelného prostředí a z prohlížečícího okna. Prohlížečící okno slouží jen pro výslednou vizualizaci a procházení VP. Všechny procesy tvorby prohlídky probíhají v grafickém prostředí, které je možno rozdělit na několik oblastí; náhled, příprava panoramat a 360° scény a části pro přípravu doplňujících prvků a funkcí jako je například tvorba plánu prohlídky.

V části náhledu se připravuje grafické rozložení prvků prohlídky, které budou viditelné na každé 360° scéně. Tvoří se zde tlačítka se specifickými funkcemi, podokna pro vizualizaci obrázků, videí nebo plánu. Tvůrce si může vymyslet svoje vlastní menu prohlídky s různými záložkami, či odkazy na webové stránky. Všechny lišty, tlačítka a další grafické nebo textové prvky je možné upravovat dle vlastního vkusu. Měnit se dají barvy, tvary, velikosti, umístění, font písma a lze přidat i svůj vlastní prvek vytvořený v jiném grafickém softwaru jako je Auto CAD, Corel, Gimp, Inkscape atd. Program má k dispozici svou knihovnu předpřipravených náhledů. Není nutné si náhled vytvářet zcela od začátku. Knihovnu lze také použít pro uložení svých vytvořených náhledů pro další použití (3DVista 2022a). Na Obrázku 15 je vidět příprava náhledu.

Obrázek 15: Editor náhledu pro virtuální prohlídku v programu 3DVista Virtual Tour



Zdroj: autorka práce s využitím 3DVista (2022a)

Všechny panoramatické snímky, které budou tvořit prohlídku, se musí nejprve načíst do programu. Následně je možná editace jednotlivých snímků. Přidávají se hotspoty pro další 360° scény a hotspoty s odkazy na 2D fotografie, detailní popis, videa a další. Vložení krátkého textu je možné i bez hotspotu. Všechny grafické prvky je opět možné editovat, nebo vytvořit si svůj vlastní.

Program navíc poskytuje lehkou úpravu panoramat. Může se měnit kontrast, světlost, sytost nebo ostrost snímku. Navíc se dají do snímku přidat jednoduché efekty, jako je déšť nebo odlesk objektivu. Software nabízí možnost propojení podobných snímků v jeden. Ve výsledné prohlídce se pak budou jednotlivé snímky postupně střídát. Tímto způsobem se dá virtuálním návštěvníkům ukázat reálná oblast ve více podobách. Často je tato funkce využívána pro zobrazení daného prostoru ve dne a v noci. V rámci prohlídky Přírodovědecké fakulty by se funkce dala využít pro zobrazení míst s otevřenými a zavřenými dveřmi.

Zbylé části programu tvoří záložky karet pro import a nastavení 2D fotografií, videí, plánu a audio záznamu. Nastavení plánu zahrnuje přípravu hotspotů a polohy uživatele v prohlídce. Hotspoty v plánu prohlídky se mohou přidat z knihovny programu, nebo importovat vlastní z počítače. Zobrazení polohy pozorovatele v prohlídce je řešeno

přes barevné radary. Lze měnit jejich barvu a vzdálenost od středu hotspotu (3DVista 2022a).

Konečný produkt je možné publikovat na internetových stránkách, propojit s Google Street View. V podobě 360° videa se dá sdílet na sociálních sítích Facebooku a kanálu YouTube. Prohlídku je možné uložit do počítače, nahrát na externí disk nebo poslat emailem.

Program splňuje všechny požadované prvky a funkce popsané v Tabulce 1 včetně možnosti nastavení rychlosti otáčení 360°scény. Otáčení se ovšem nedá měnit přímo v prohlídce. Zajímavým prvkem nad rámec požadavků je překlad textu do jiného jazyka a prolínání panoramat v jedné 360° scéně. Virtuální prohlídku je možné kromě počítače připravit i pro další mobilní zařízení včetně mobilních telefonů, tabletů a brýlí pro virtuální realitu. Oproti webovým aplikacím je třeba delší čas na seznámení s chodem programu. Z zcela nová a nepřehledná se může zdát zejména tvorba náhledu. Existují video návody pro snazší zorientování se v tvorbě prvků a funkcí (3DVista 2022c).

#### **4.2.2. Krpano**

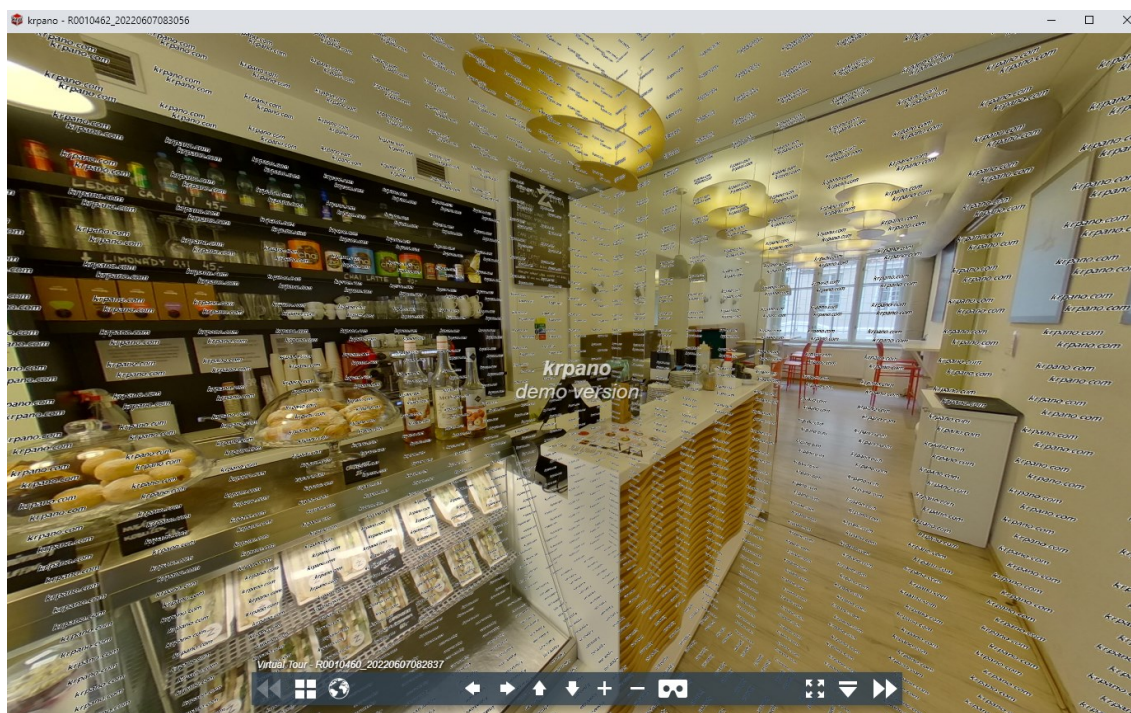
Program Krpano byl testován vzhledem k jeho velké flexibilitě a rozsáhlým možnostem tvorby interaktivních VP. Jedná se o placený software, který je dostupný ke stažení a vyzkoušení zdarma. Cena za licenci s důležitými přídatnými moduly činí 492€. Mezi moduly je například balíček pro tvorbu 3D prohlídek (tzv. *depthmaps*), nebo možnost procházet výslednou VP pomocí VR brýlí. Program je možné vyzkoušet v DEMO verzi, která je obstarána vodoznakem přes celou 360° scénu.

Vytvoření prohlídky začíná importem panoramatických snímků. Princip tvorby a výsledného zobrazení VP ve verzi 1.20.11 je založeno na *prohlížecím okně* a editovatelném *XML souboru*.

V *prohlížecím okně* se prochází prohlídka, tak jak ji uvidí koncový uživatel. Dají se přidávat hotspoty pro 360° snímky. Ve výchozím nastavení má hotspot jen jeden grafický design a barvu, ale v rámci další editace je možné hotspot přenastavit a nahradit i vlastním vytvořeným prvkem. Kromě přechodů do dalších scén se v okně mohou měnit některá obecná nastavení panoramatu, jako například maximální/minimální možnost oddálení/přiblížení, určení severu aj. Okno je ovládáno buď myší, nebo klávesami.

Z grafického prohlížeče lze rovnou přejít do XML souboru a začít se skriptováním. Obrázek 16 ukazuje prohlížečí okno s 360° scénou.

Obrázek 16: Vizualizace virtuální prohlídky v programu Krpano



Zdroj: autorka práce s využitím Krpano (2022a)

Přidávání složitějších prvků a funkcí do prohlídky je nutné provádět v editovatelném *XML souboru*. Jakákoliv změna souboru má vliv na zobrazení, či případné nezobrazení v grafickém prohlížeči. Přes tento soubor se realizuje vesměs celá VP. Grafický prohlížeč umožňuje některé prvky přidat bez nutnosti skriptování. Avšak i hotspot se dá přidat napsáním odpovídajícího kódu v XML souboru. Právě díky možnosti úpravy zdrojového souboru je možné vytvářet prohlídky přímo na míru koncovým uživatelům. Do prohlídky se dá přidat v podstatě cokoliv od jednoduchých hotspotů s 2D fotografiemi po složité animace, či 3D modely. Tvůrce si může vytvořit vlastní grafické návrhy hotspotů a dalších interaktivních tlačítek, které pak do prohlídky nahraje. Mimo samostatné prvky se dá vytvořit rozsáhlé menu s mnoha funkcemi. Zajisté se dá vytvořit plán s aktuální polohou uživatele. Možná je i prohlídka prostřednictvím VR brýlí. Na oficiálních stránkách softwaru je k dispozici rozsáhlá dokumentace ke skriptování XML souboru a proto, i člověk, který nemá zkušenosti se psáním v jazyce XML, je schopný prohlídku vytvořit. Je jen potřeba si informace nastudovat v dokumentaci (Krpano 2022b).

Zobrazení XML souboru lze v jakémkoliv textovém editoru, například i v Poznámkovém bloku. Příloha 2 ukazuje část kódu XML pro tvorbu VP v programu Krpano.

VP vytvořená v tomto programu nepochybně splní všechna očekávání zadavatele, jelikož je možné si vše navrhnout a napsat přesně na míru. Dokonce i lidé bez znalosti skriptovacího jazyka, dokáží prohlídku vytvořit, ovšem neznalost kódu pro ně bude velkou přítěží a stojí za zvážení, zda má cenu software pořizovat. Při použití tohoto programu by byly splněny všechny nezbytné požadavky k realizaci VP této práce.

### 4.3. Výsledky

Analýza programů měla porovnat možnosti vytvoření VP mezi aplikacemi na internetu a desktopovými programy. Dále bylo testováno využití jednotlivých programů z hlediska předem stanovených kritérií (Tabulka 1) tak, aby vyhovovaly potřebám osob na invalidním vozíku.

Ačkoliv obě internetové aplikace (Webobook a Metareal) nabízí tvorbu prohlídky a její následné prohlížení částečně zdarma, tak ani jeden program nesplňuje všechny požadovaná kritéria z Tabulky 1. Navíc VP pro Přírodovědeckou fakultu UK by potřebovala v softwaru Metareal spoustu místa na úložišti a v aplikaci Webobook lepší kvalitu nahraných 2D obrázků a možnost nahrání více než jednoho souboru pro plán prohlídky.

Desktopové programy 3DVista a Krpano splňují všechna nezbytná stanovená kritéria, a dokonce vyhovují téměř všem dalším požadavkům z Tabulky 1. Software Krpano by měl teoreticky zvládnout i měření délek v prohlídce, za podmínky vytvoření 3D prohlídky (*depthmaps*). To sebou ovšem nese vyšší finanční náklady. Krpano je oproti 3DVistě náročnější na tvorbu prohlídky. Je vítaná alespoň částečná znalost XML jazyka. Pro vytvoření VP je uživateli Krpana k dispozici rozsáhlá dokumentace ke skriptování editovatelného XML souboru. 3Dvista je sice vůči internetovým aplikacím méně intuitivní, je přesto uživatelsky přívětivější než Krpano. Pro snazší orientaci ve struktuře a manipulaci s programem poskytuje 3Dvista krátké video návody.

Přehled možností programů a jejich funkcí shrnuje Tabulka 4. V tabulce jsou obsaženy všechny prvky z Tabulky 2 a navíc jsou do tabulky přidány další významné prvky, které mohou být určující, či ojedinělé pro VP Přírodovědecké fakulty UK.

Tabulka 4: Možnosti uživatelských prvků a funkcí testovaných programů

*x* – obsahuje požadovaný prvek, nebo funkci

*(x)* – má daný prvek, nebo funkci obsahovat, ale daný parametr nebyl v programu testován

! – neobsahuje důležitý parametr

<b>UŽIVATELSKÉ PRVKY A FUNKCE VIRTUÁLNÍ PROHLÍDKY</b>	<b>WEBOBOOK</b>	<b>METAREAL</b>	<b>3DVISTA</b>	<b>KRPANO</b>
informativní hotspoty	x	!	x	x
plán prohlídky	x	x	x	x
nastavení rychlosti otáčení 360° scény	x	!	x	x
zobrazení polohy pozorovatele na plánu	!	x	x	x
měření délek ve scéně		x		(x)
otáčení 360° scény klávesami		x	x	x
vlastní programovatelný prvek			x	x
nižší cenové náklady	x			x
uživatelská vstřícnost	x		x	
podpora VR brýlí	x		x	x
překlad do cizího jazyka			x	
úprava vzhledu snímku			x	
přidání efektů / animací			x	x
3D model / pohled		x	(x)	x

*Zdroj: autorka práce*

Program 3DVista i Krpano obstály v analýze velmi podobně. Co se týče klíčových požadavků v obsahu prohlídky, byl výběr programu zkonzultován s Centrem Carolina. Po představení výhod a nevýhod obou programů byl Centrem Carolina vybrán program 3DVista. Jeden z hlavních argumentů výběru byla uživatelská vstřícnost tvorby a zejména snadná revize a editace v případě potřebné změny ve VP a také možnosti převzetí grafického návrhu do dalších prohlídek.

## 5. REALIZACE VIRTUÁLNÍ PROHLÍDKY

VP Přírodovědecké fakulty UK byla navržena a vytvořena v softwaru 3DVista na základě výsledků v kapitole 4.3. Prohlídka má mimo jiné poskytnout potřebné informace studentům pohybujících se na invalidním vozíku. Na fakultě existuje několik míst, kam se handicapované osoby velmi těžko dostanou. I přes tuto skutečnost byla vytvořena VP i s místy, kam se handicapovaná osoba bez pomoci nedostane.

### 5.1. Pořízení 360° snímků

Snímky byly pořízeny sférickou kamerou RICOH Theta Z1 (Obrázek 17). Rozlišení kamery je 20 Mpx a skládá se ze 2 objektivů se světelností f/2.1 pro záznam dvou polokoulí ze kterých se vytvoří sférický snímek s rozsahem 360° x 180°. Kamera je propojena s mobilní aplikací THETA, díky které je možné kameru ovládat na dálku a kontrolovat pořízené snímky. Mobilní aplikace dále umožňuje měnit nastavení kamery a výsledný formát pořízeného snímku (RICOH 2022a).

*Obrázek 17: Sférická kamera RICOH Theta Z1*



*Zdroj: autorka práce*

Nejprve byly pořízeny testovací snímky pro otestování vhodného nastavení kamery. Snímky byly pořízeny jak ve formátu RAW + JPEG, tak ve formátu JPEG. Při snímkování ve formátu RAW + JPEG není možné volit jednotlivá nastavení snímku. Problémem pořizování snímků ve formátu RAW (Obrázek 18) je jeho následné zpracování, jelikož výsledný pořízený snímek je nutné spojit v jedno celistvé panorama. Ricoh sice nabízí bezplatný software, který snímky spojí, je nutné ho ale propojit s placenou aplikací Photoshop Lightroom od společnosti Adobe. (RICOH 2022b).

Obrázek 18: RAW snímek pořízený kamerou RICOH

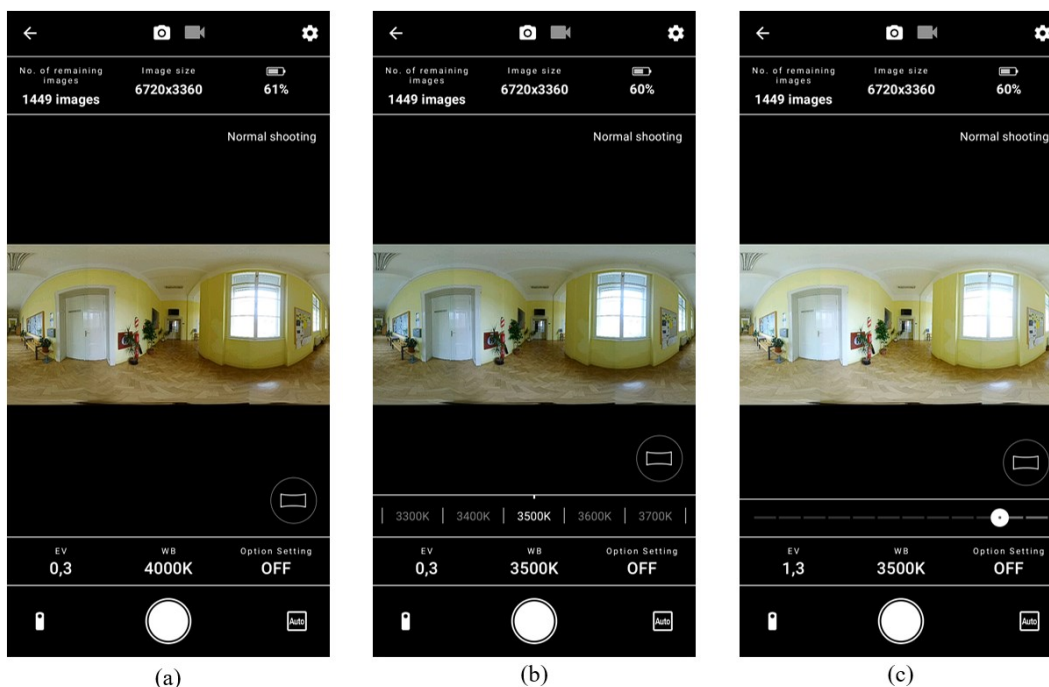


Zdroj: autorka práce s využitím Zoner (2014)

U snímkování ve formátu JPEG je možné měnit nastavení expozice (EV), vyvážení bílé (WB) a další volitelné nastavení, které zahrnovalo například snímkování v kvalitě HDR, či s předností potlačení šumu. Obrázek 19 ukazuje některá nastavení kamery při pořízení snímku ve formátu JPEG (RICOH 2022b).

Obrázek 19: Nastavení kamery RICOH Theta Z1

- a) Nastavení WB na 4000K a EV 0,3
- b) Oproti nastavení (a) je WB zmenšeno a snímek je tmavší
- c) Oproti nastavení (b) je EV větší a snímek je světlejší



Zdroj: autorka práce

Z důvodu časové náročnosti zpracování snímků ve formátu RAW + JPEG byl zvolen formát JPEG, který lze snadněji zpracovat.

Zbylé parametry kamery byly nastaveny podle aktuálních světelných podmínek snímkaného místa. Místnosti a chodby s okny byly snímkovány s WB 4100K a EV 0,3. Suterén a další tmavé prostory s nastavením WB 3000K až 3500K a EV 0,3, případně 0,7. Kamera byla během snímkování připevněna na stativu ve výšce 1,5 m.

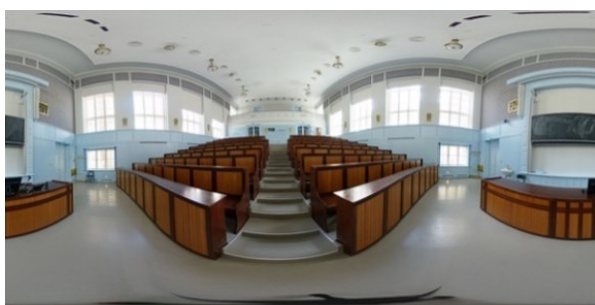
Snímky byly pořízeny v posluchárnách, studentských místnostech a na chodbách fakulty. Místa pořízení snímků na chodbách byla stanovena podle dveří. Pro ucelenost prohlídky byly pořízeny tři snímky ve venkovních prostorech; dva snímky před vstupy do budovy fakulty a jeden na rohu ulic Albertov a Votočkova. Celkem bylo pořízeno 134 panoramatických snímků.

## 5.2. Úprava 360° snímků

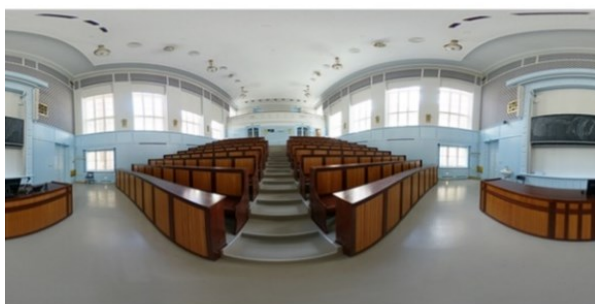
K úpravě pořízených dat byl použit program Zoner Photo Studio 16. Ve všech snímcích byl odstraněn stativ převážně pomocí retušovacího štětce a později byl přes toto místo vložen znak fakulty. Štětec funguje na principu přenosu struktury zdrojové oblasti. Do cílové, respektive odstraňované části snímku se přenese struktura ze zvoleného zdroje na snímku (viditelné ve spodní části Obrázku 20).

*Obrázek 20: Porovnání původního snímku se snímkem s odstraněným stativem*

*(a) Původní snímek, (b) Snímek s odstraněným stativem*



(a)



(b)

Jako doplněk bylo použito klonovací razítko a žehlička. Klonovací razítko přenese do cíleného místa snímku identickou část jiného místa. Efekt žehličky slouží pro vyhlazení jemných detailů (Zoner 2014).

V případě nadměrné intenzity světla na snímku byla upravována expozice nebo teplota barev. V ojedinělých případech byly použity funkce odstranění šumu a doostření snímku.

*Zdroj: autorka práce s využitím Zoner (2014)*

### 5.3. Sběr dat pro potřeby osob na invalidním vozíku

Jelikož je VP zaměřena na studenty pohybující se na invalidním vozíku, bylo na fakultě potřeba určit kritická místa, která mohou být bariérami pro handicapované osoby (kap. 3.4.1, 3.5.2). Pozornost byla věnována šířce dveří a portálů, výšce prahů, rozměrům výtahu a sklonu, šířce a délce šikmých ploch (včetně vstupní plošiny u bočního vchodu). Uživatel VP může sám zhodnotit, zda zvládne překonání schodů, či nikoliv. Výška schodů se měřila v případech, kdy neexistuje jiná alternativa cesty. U dveří se zvonkem byla měřena i výška zvonku, jak je vidět na Obrázku 21.

Obrázek 21: Měření parametry bočního vstupu

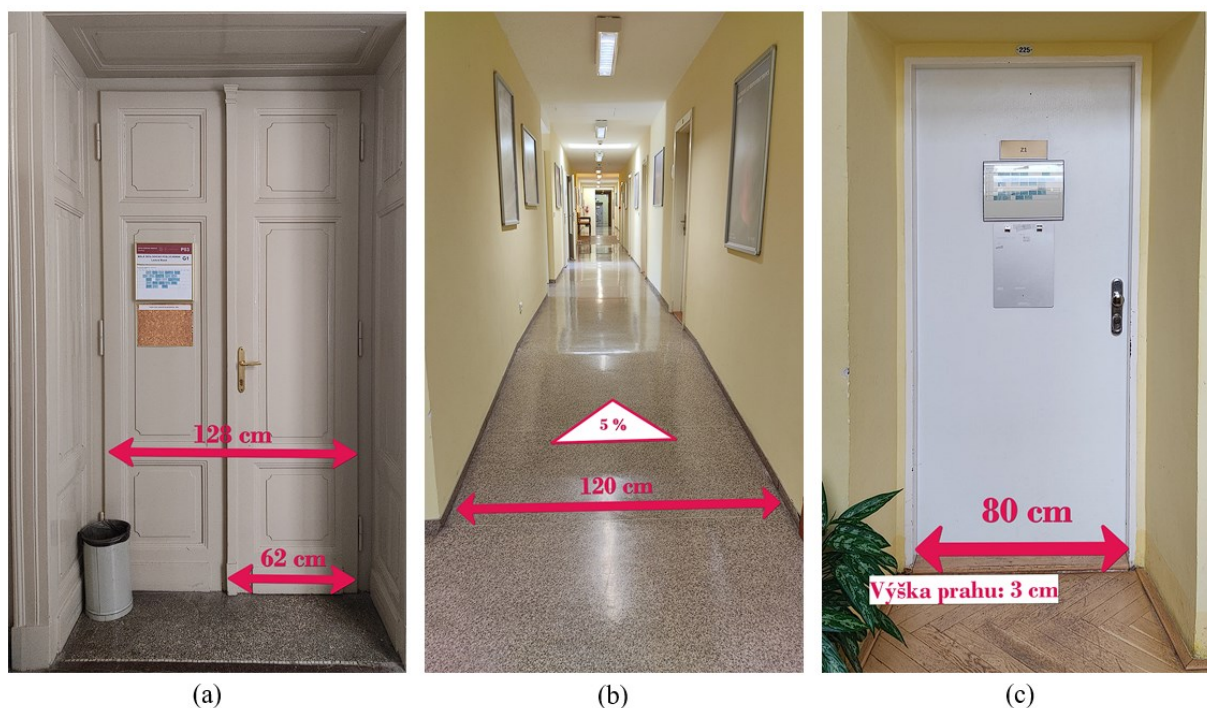


Zdroj: autorka práce s využitím Zoner (2014)

Změřené specifické parametry překážek byly porovnávány s tabulkou v Příloze 1. Bariéry, které vyhověly alespoň stanoveným kritériím částečně přístupného objektu z Přílohy 1, byly detailně vyfoceny. Tyto 2D fotografie byly upraveny v programu Zoner Photo Studio 16 a spolu s naměřenými parametry přidány do VP v podobě informativních hotspotů. Objektům, které se po změření zařadily do skupiny nepřístupných objektů,

nebyla věnována další pozornost, jelikož osoba na invalidním vozíku potřebuje vědět informace o objektech, které zvládne sama překonat. Do kategorie nepřístupných objektů na fakultě patří zejména šířka dveří od toalet a schody. Ačkoliv většina vstupních dveří na toaletu odpovídá alespoň kritériím částečně přístupného objektu, samotná šířka vstupu do kabiny již minimálním rozměrům neodpovídá. Pro vozíčkáře je ale k dispozici bezbariérové WC. Není tedy nutné přidávat do prohlídky informace o toaletách, na které se vozíčkář nedostane. Spousta šířek vstupů do učeben nejsou pro handicapované osoby vyhovující. U většiny těchto nevyhovujících vstupů se jedná alespoň o dvoukřídlé dveře. Pro vozíčkáře je tak požadovaný rozměr splněn alespoň v případě otevření obou křídel dveří. Obrázek 22 ukazuje upravené 2D snímky pro VP. Celkem bylo pořízeno 37 doplňkových fotografií.

Obrázek 22: Úprava 2D snímků pro potřeby vozíčkářů ve virtuální prohlídce



Zdroj: autorka práce s využitím Zoner (2014)

#### 5.4. Tvorba virtuální prohlídky






Do programu 3DVista byly importovány upravené 360° snímky. Některé snímky byly přes funkci *Live panorama* propojeny do jedné animační 360° scény. Pomocí této funkce se v jedné scéně střídají 2 a více snímků pořízené v různých časech, čímž vznikne částečně proměnlivá scéna. Podmínkou využití této funkce je pořízení alespoň dvou

snímků ze stejného místa. Funkce Live panorama byla použita pro některé učebny a pro boční vstup fakulty. Proměnlivost ve scénách tkví ve střídání otevřených a zavřených dveří.

### 5.4.1. Editace 360° snímků

Po importu snímků proběhlo obecné nastavení jednotlivých panoramat, kde se mimo jiné upravovala rychlost otáčení scény, celková kvalita snímku, zvolení výchozího pohledu ve scéně, přiblížení a oddálení scény. Poté se přešlo k přidávání hotspotů do 360° scén. Byly přidány hotspoty pro procházení mezi jednotlivými 360° snímky, zobrazení informativního textu, zobrazení 2D snímků a otevření webových stránek. Ve VP bylo použito celkem pět typů hotspotů pro *přechod mezi 360° scénami* (Tabulka 5).

Tabulka 5: Typy hotspotů pro přechod mezi 360° scénami

<b>TYPY HOTSPOTŮ PRO PŘECHOD MEZI 360° SNÍMKY</b>	
	přechod v interiéru do viditelných míst -> místa, kde je vidět na podlahu následující scény
	přechod přes schodiště / zabočení za roh chodby
	vstup do místností
	přechod mezi venkovními scénami
	přechody mezi patry pomocí výtahu




Zdroj: autorka práce s využitím Inkscape (2021), 3DVista (2022a):

Většina hotspotů pro přechod mezi jednotlivými scénami byla nastavena tak, aby pohled na následujícím snímku odpovídal výchozímu úhlu pohledu z předcházejícího snímku. Toto nastavení se netýká přechodu mezi scénami u výtahu, učeben a některých schodišť.

*Informativní hotspoty* nesou údaje v podobě krátkého textu, nebo 2D obrázku s přidavnými informacemi. V těchto hotspotech jsou převážně obsažené údaje pro osoby

pohybující se na invalidním vozíku. To ovšem neznamená, že pro ostatní uživatele VP nemohou být užitečné. Ve třech případech byly do 360° snímků nakresleny polygony, které vyznačují úsek s nerovným povrchem. Po namíření myši na polygon se uživateli zobrazí informace o sklonu. K polygonům je navíc přidán hotspot s detailním 2D snímkem. 360° snímkům knihoven byly přidány hotspoty s odkazem na jejich internetové stránky. Dále byly ke dveřím ve 360° scénách přiloženy názvy učeben, knihoven a dalších významných místností pro lepší přehlednost prohlídky. Následující Tabulka 6 popisuje další přídavné hotspoty použité v 360° snímcích.

*Tabulka 6: Přídavné hotspoty ve 360° snímcích*

<b>PŘÍDAVNÉ HOTSPOTY S ODKAZEM NA DALŠÍ MULTIMÉDIUM</b>	
	informativní text (+ přídavný obrázek)
	2D snímky / obrázky
	odkaz na internetové stránky

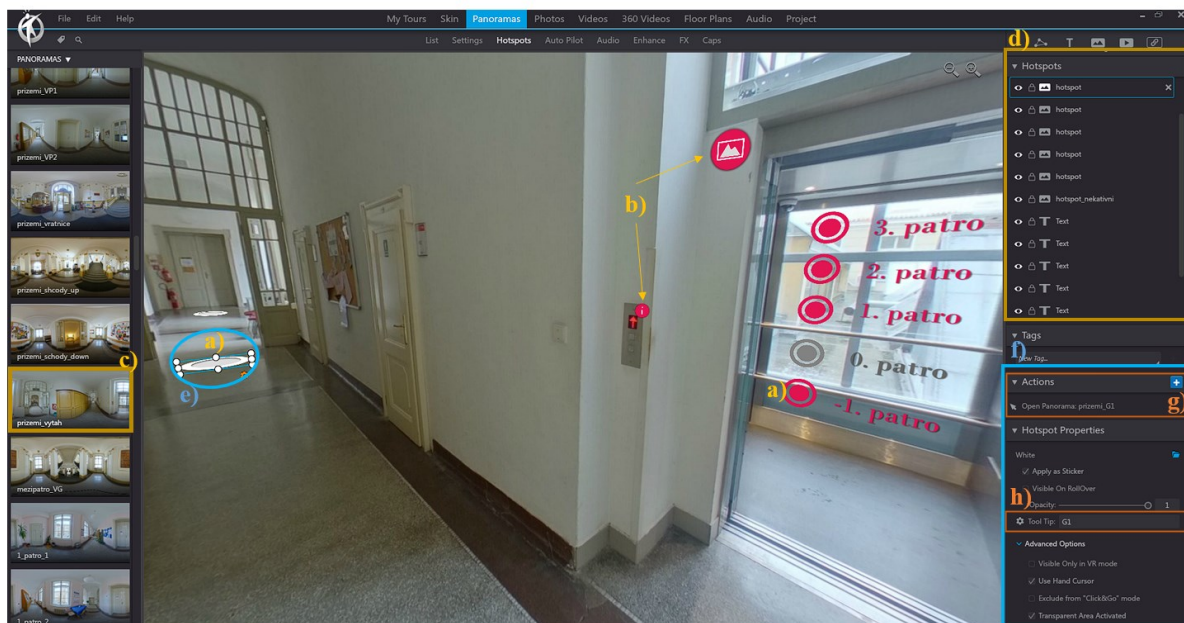
*Zdroj: autorka práce s využitím Inkscape (2021)*

K některým hotspotům byl přidán popis. Po najetí myši na hotspot se popisek zobrazí a uživatel se skrze popisek může rozhodnout pro další interakci. Do každého 360° snímku byl do spodní části přidán znak fakulty (PřF UK 2022b).

Obrázek 23 ukazuje editaci 360° snímku. Jsou zde vidět dva typy hotspotů pro přechod mezi 360° scénami a dva přídavné hotspoty; jeden pro zobrazení krátké textové informace a druhý pro zobrazení 2D snímku s rozměry výtahu. V pravé části obrázku jsou vidět všechny grafické prvky na snímku, kde se dále jednotlivé prvky nastavují a rozhoduje se o jejich interaktivitě s uživatelem. V levé části je vidět pás všech 360° snímků se zvýrazněným snímkem, který je aktuálně editován.

Obrázek 23: Editace 360° snímku

- a) hotspoty pro přechod mezi 360° scénami
- b) hotspoty s doplňkovými informacemi
- c) aktuální editovatelné panorama
- d) přehled všech grafických prvků v aktuálním editovaném panoramatu
- e) aktuálně editovatelný grafický prvek
- f) podokno nastavení editovaného grafického prvku
- g) okno nastavení interakce grafického prvku
- h) přidání popisu grafického prvku



Zdroj: autorka práce s využitím 3DVista (2022a)

#### 5.4.2. Příprava plánu prohlídky

Pro tvorbu plánu byly použity plány budovy Albertov 6, které jsou k dispozici na stránkách fakulty (PřF UK 2022c). V rámci bakalářské práce jsou k nahlédnutí v Příloze 3. Po importu do prostředí programu byly plány jednotlivě nastavovány a upravovány. V rámci obecného nastavení bylo změněno přibližování a oddalování plánu. Dále se nastavovala obrazová kvalita plánu a barva a velikost radaru pro orientaci ve VP.

Následovalo přidávání hotspotů do plánu, které probíhalo podobným způsobem, jako přidávání hotspotů do 360° snímků s tím rozdílem, že hotspoty na plánu byly jednoho typu (Obrázek 24). Na plánech ve VP pak může uživatel dohledat téměř všechny 360° snímky. Výhoda plánu spočívá ve vybrání příslušného hotspotu, jehož 360° snímek chce uživatel vidět, aniž by musel procházet celou VP. Nakonec byly hotspotům přidány orientační radary, které bylo třeba nastavit do správného úhlu odpovídajícímu aktuálnímu pohledu na snímku.

Obrázek 24: Plán virtuální prohlídky s rozmístěnými hotspoty



Zdroj: autorka práce s pomocí 3DVista (2022a), PřF UK (2022c)

Výsledné připravené plány pro VP se propojí přes odpovídající funkce v grafickém náhledu prohlídky.

### 5.4.3. Tvorba grafického náhledu prohlídky

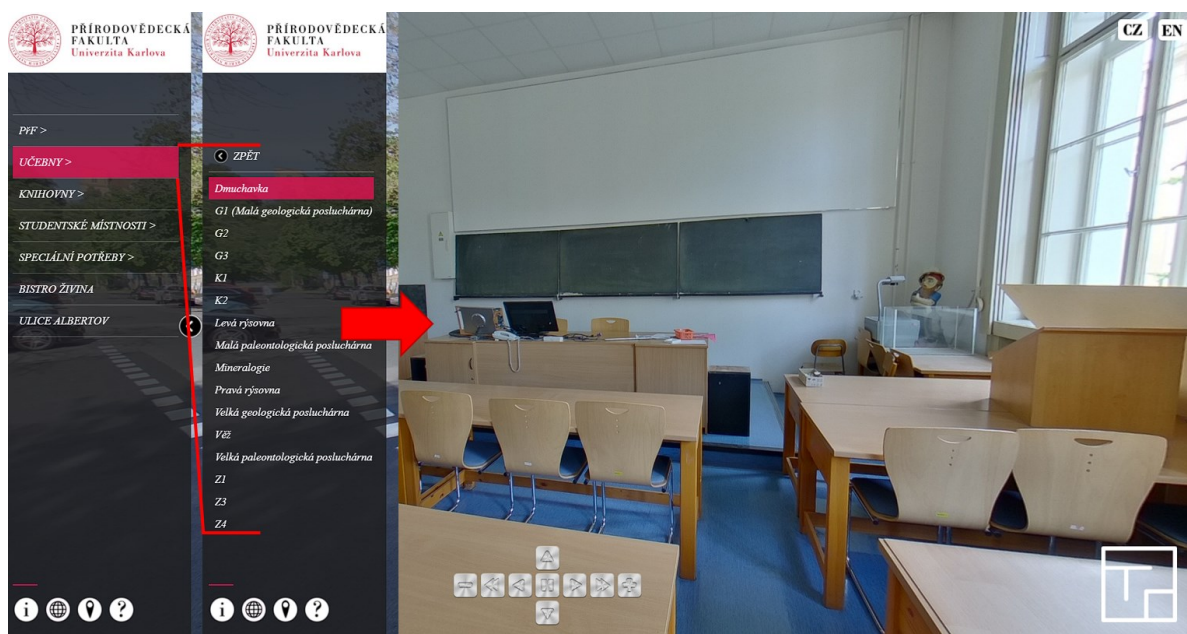
V náhledu (neboli tzv. skinu) prohlídky se vytvářel a přidával grafický obsah, který je ve VP přítomný na každém 360° snímku. U veškerých přidaných prvků je ale možné ovlivnit jejich viditelnost. Jako základ se do dolní části prohlídky přidal ovládací panel s tlačítky pro otáčení 360° snímků. Pomocí panelu může uživatel snímek přibližovat, oddalovat, otáčet ho doprava, doleva, nahoru i dolů. Po krátké nečinnosti uživatele se 360° snímek začne sám otáčet. Pomocí panelu lze otáčení zastavit, nebo znovu spustit. Snímek je samozřejmě možné otáčet také pomocí myši, nebo šipek na klávesnici. Zejména otáčení 360° snímků pomocí klávesnice mohou uvítat lidé s tělesným postižením, kdy nemusí kvůli otáčení klikat myší, nebo otáčet zápěstím.

Dalším důležitým prvkem prohlídky je plán. Byla pro něj vytvořena specifická ikona, ze které se po kliknutí na ni otevře okno s plánem prohlídky. Plán prohlídky je propojen s aktuálním snímkem (respektive aktuálním podlažím). Znamená to, že se v okně zobrazí plán patra podle aktuálního snímku, na kterém se uživatel nachází. Grafický prvek plánu je ve VP umístěn v pravém dolním rohu.

Dále bylo pro VP vytvořeno strukturované menu, které znovu uživatelům usnadní procházení virtuálních prostor fakulty. Je umístěno v levé části prohlídky a pro interakci s ním je nutné jeho otevření skrze černou šipku. Hlavní část menu je členěna do několika skupin na základní místa na fakultě (ve VP označeno pod nápisem PřF), učebny, knihovny, studentské místnosti a prostory důležité pro osoby pohybující se na invalidním vozíku.

Po kliknutí na některou z výše uvedené skupiny se uživatel ocitne v nabídce prostor podle zvolené skupiny, kde si může vybrat, do jaké části fakulty se chce podívat. Zvolí-li si uživatel například skupinu „Učebny“, zobrazí se mu názvy všech učeben, které může po kliknutí na ně ihned prohlížet, aniž by musel procházet jednotlivými 360° snímky, nebo je hledat v plánu. Postup popsánoho příkladu je vidět na Obrázku 25. V rámci menu jsou ke skupinám přidány bistro Živina a ulice Albertov, které nejsou členěny na další části. Součástí menu jsou také v podobě ikon doplňující informace s odkazem na oficiální stránky, či polohu fakulty. Přiloženy jsou také údaje o vzniku VP a nápověda, jak procházet VP.

Obrázek 25: Ukázka menu a jeho použití ve virtuální prohlídce



Zdroj: autorka práce s využitím 3DVista (2022a)

Celá VP je primárně nastavena do českého jazyka. Je ale možné prohlížet ji i v anglickém jazyce. Změna jazyka se provede v pravé horní části prohlídky pomocí ikon CZ, nebo EN.

Barvy všech grafických prvků, typů písma a jejich barvy byly v rámci celé VP laděny podle jednotného vizuálního stylu fakulty. Kromě černé a bílé byla použita červená barva s RGB kódem (210, 45, 64). Textové informace jsou psané písmem Bodoni TM (Sans&Serif). Většina prvků byla vytvořena autorkou práce v grafickém open source programu Inkscape (2021). Přehled vytvořených prvků je k dispozici v Příloze 4.

Na závěr tvorby VP byla věnována pozornost úvodnímu načítacímu oknu, které primárně slouží pro samotné načtení prohlídky. Dá s

e využít i jako propagační uvítací okno, kde je možné nalákat uživatele prohlídky, jaké prostory si mohou během procházení prohlédnout. Do tohoto načítacího okna byl přidán 360° snímek hlavního vchodu společně s logem fakulty. Výsledná VP byla exportována v podobě aplikace, která je spustitelná v operačních systémech Windows. V případě nutnosti je možné prohlídky exportovat i pro zařízení firmy Apple. Výsledná prohlídka je na odkazu: <https://ProhlidkaPrFUK.8u.cz>.

## 6. DISKUZE

Virtuální prohlídky jsou v současné době čím dál tím více využívány k propagaci prostor, nalákání zákazníků, či turistů a jejich potenciál tkví také na trhu s nemovitostmi. Více jsou rozšířené virtuální prohlídky tvořené z 360° snímků vzhledem k časové a finanční náročnosti pořízení dat a jednoduššímu zpracování.

Pro tvorbu VP se nejčastěji používají dva typy vstupních dat. VP z 3D modelů, vzniklých z bodového mračna pomocí laserového skenování, vznikají poměrně dlouho v závislosti na kvalitě skenu, měřiče a velikosti území. Ačkoliv jsou výstupy často poutavé a ojedinělé, pořizovací ceny laserových skenerů a časová náročnost zpracování dat často odrazují od tvorby VP (Mah a kol. 2019). Druhou hlavní možností je vytvoření VP ze snímků, které se spojí v panorama (Szeliski, Shum 1997, Othman a kol. 2002). Díky technologickému pokroku zvládnou současné kamery pořídit 360° snímky během několika sekund, čímž celý proces tvorby VP urychlují a zjednodušují a proto, byl tento způsob vybrán i pro tuto práci.

S tvorbou VP z 360° snímků souvisí i různé možnosti pořízení dat a jejich následná úprava. Problémem je, že se téměř žádná literatura nevěnuje detailnějšímu popisu ideálního způsobu snímkování a jejich následné vhodné úpravy. Mah a kol. (2019) uvádí, že je těžké rozhodnout o ideálním rozmístění pozice kamery pro co nejlepší zachycení celého objektu. Ve své práci proto použili tzv. metodu pokus-omyl pro případné zlepšení sběru dat. Tento způsob sběru dat se osvědčil i pro tuto práci. V ojedinělých případech je v literatuře popsáno nastavení jasu, nebo expozice (Gao 2021), většinou je ale tato nedílná součást tvorby VP opomíjena, a proto v této bakalářské práci bylo nutné snímkovat několikrát s různým nastavením kamery. I přesto došlo k několika problémům během finálního snímkování. Proměnlivost počasí (střídání slunečních paprsků a oblaků) během snímkování způsobilo barevnou odlišnost panoramat v různých částech fakulty. Díky tomuto problému bylo zjištěno, že je důležité si vybrat vhodný den pro snímkování pro zachování stejné barevnosti snímků.

Podobný problém nastal se sběrem dat v místech zásadních pro vozíčkáře, které se objeví ve VP. Existují práce, které pojednávají o prohlídkách zaměřené na vozíčkáře (Perez a kol. 2020). Chybí v nich však způsob sběru a třídění těchto specifických dat, kterými mohou být například překážky znemožňující snadný průjezd místem. Ačkoliv existuje v české legislativě vyhláška, která stanovuje minimální limity pro bezbariérový

přístup, většina již postavených budov není schopna takové parametry splnit. Proto spousta budov používá metodiku POV (2020), která je respektována i v této práci.

V práci bylo nastíněno několik možností využití VP (kapitola 2.4). Z této kapitoly vyplývá, jak široce jsou VP využívány a jaký je a může být jejich potenciál v současnosti a blízké budoucnosti. S tím souvisí i široká nabídka různých programů pro tvorbu VP (G2 2022) a jednoznačně převažují programy pro tvorbu VP z 360° snímků (Captera 2022). Některé VP jsou tvořeny z open source aplikací, jako v případě Maiellaro a kol. (2019). Jiné využívají kvalitních komerčních programů (Mah a kol. 2019), nebo si tvůrci vytvoří svůj vlastní software, či rovnou celý webový portál (Caciora a kol. 2021).

Dobrá VP jistě nesmí postrádat plán prohlídky a doplňkové informace v podobě interaktivních hotspotů, či textů (Maícas a kol. 2017), což nebylo opomenuto ani v případě VP pro tuto práci. Na základě vytvořené VP pro PřF UK se potvrdilo tvrzení Argyriou a kol. (2020), že tvorba VP se odráží podle cílové skupiny uživatelů a účelu její tvorby. Autoři zároveň poukazují na nejrůznější možnosti interakce uživatele s prohlídkou jako jsou mluvené komentáře v prohlídce, 360° videa, nebo zakomponované kvízy v jednotlivých 360° scénách. Zvolený program 3DVista tyto interaktivní prvky nabízí, je ovšem nutné volit uživatelské prvky ve VP tak, aby vhodným způsobem naplnily účel jejího vzniku.

## 7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření virtuální prohlídky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy pro studenty se speciálními potřebami. Vytvořená práce přináší kompletní přípravu, návrh a vlastní realizaci virtuální prohlídky.

V teoretické části byly představeny dva hlavní proudy tvorby virtuálních prohlídek; ze snímků a 3D modelů. Dále bylo představeno současné využití virtuálních prohlídek jak v Česku, tak v zahraničí. Vzhledem k cíli práce byla druhá část teorie věnována osobám se zdravotním postižením, která blíže sledovala problematiku vozíčkářů a přístupnosti budov.

Testovány byly celkem 4 programy; dvě internetové aplikace (Webobook a Metareal) a dva desktopové programy (3DVista a Krpano). V programech byly testovány prvky a funkce, které mají zejména vozíčkářům pomoci v lepší orientaci, dohledání potřebných informací o fakultě a předcházení případných komplikací na místě. Na základě analýzy byl vybrán program 3DVista vzhledem k jeho uživatelské vstřícnosti, snadné obměně 360° snímků a možnosti převzetí stejného grafického návrhu pro další virtuální prohlídky.

Před samotnou tvorbou byly na Přírodovědecké fakultě pořízeny 360° snímky panoramatickou kamerou RICOH Theta Z1 a změřeny rozměry výtahu, dveří, portálů, výšky prahů a údaje o sklonu šikmých ploch. K nim byly pořízeny detailní 2D fotografie, kterým se v programu Zoner Photo Studio 16 přidaly naměřené údaje. Upravené 360° snímky byly vizualizovány v programu 3DVista. Celkový design virtuální prohlídky je laděn do jednotného vizuálního stylu Přírodovědecké fakulty UK.

Vytvořená prohlídka umožňuje vzdálené procházení budovy Albertov 6 PřF UK. Osoba na invalidním vozíku, případně osoba dočasně tělesně indisponovaná, může přes strukturované menu rychle a efektivně získat informace o možnostech bezbariérového pohybu na fakultě. VP vznikla ve spolupráci s Centrem Carolina a v rámci další práce je možné postup tvorby prohlídky a její grafický design aplikovat na další fakulty Univerzity Karlovy. Výsledná práce může sloužit jako vhodný vizuální materiál k propagaci fakulty na internetu, a navíc slouží jako skvělá pomůcka pro přehled možností a orientaci studentů nejen se specifickými potřebami, ale i všech ostatních studentů PřF UK.

## 8. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

3DVISTA (2022a): 3DVista Virtual Tour Pro, verze 2022.1.2.

3DVISTA (2022b): 3DVista, <https://www.3dvista.com/en/> (cit. 12. 6. 2022).

3DVISTA (2022c): YouTube, 3DVista, <https://www.youtube.com/c/3dvista> (cit. 12. 6. 2022).

ARGYRIOU, L., ECONOMOU, D., BOUKI, V. (2020): Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour. *Pers Ubiquit Comput* 24, 843–859. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8>.

BENEFIELD, J. D., SIRMANS, C. S., SIRMANS, G. S. (2019): Observable Agent Effort and Limits Innovation in Residential Real Estate. *Journal of Real Estate Research*, 41, 1, 1-36. <https://doi.org/10.1080/10835547.2019.12091517>.

BŘÍZOVÁ, B., MARKOVÁ, A., PRÁZDNÁ, R. (2019): Základní pojmy v souvislostech zdravotního postižení. In: MOJŽÍŠOVÁ, A. a kol.: Sociální práce s osobami se zdravotním postižením, Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-738-5.

CACIORA, T., HERMAN, G. V., ILIES, A., BAIAS, S., ILIES, D. C., JOSAN, I., HODOR, N. (2021): The Use of Virtual Reality to Promote Sustainable Tourism: A Case Study of Wooden Churches Historical Monuments from Romania. *Remote sensing*, 13, 9, 1758. <https://doi.org/10.3390/rs13091758>.

CAPTERRA (2022): Captera, Virtual Tour Software, <https://www.capterra.com/virtual-tour-software/> (cit. 9. 3. 2022).

CASTAGNETTI, C., GIANNINI, M., RIVOLA, R. (2017): Image-based virtual tours and 3D modeling of past and current ages for the enhancement of archaeological parks: the Visualversilia 3D project. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-5/W1, 639–645, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-639-2017>.

CENTRUM CAROLINA (2022a): Centrum Carolina, Speciální potřeby, <https://centrumcarolina.cuni.cz/CC-13.html> (cit. 22. 3. 2022).

CENTRUM CAROLINA (2022b): Centrum Carolina, Přístupnost budov, <https://centrumcarolina.cuni.cz/CC-20.html> (cit. 30. 3. 2022).

CENTRUM CAROLINA (2022c): Centrum Carolina, Přístupnost budov, Budova Viničná, <https://centrumcarolina.cuni.cz/CC-109.html> (cit. 4. 4. 2022).

CONCEPT 3D (2022): The Evolution of Virtual Tours: Not Your Queen's Tool, <https://concept3d.com/blog/how-to-make-a-360-virtual-tour/the-evolution-of-virtual-tours-not-your-queens-tool/> (cit. 24. 5. 2022).

- CZEPA (2021): Česká asociace paraplegiků, Poškození míchy, <https://czepa.cz/poskozeni-michy/> (cit. 22. 3. 2022).
- DUŠEK, K., VEČEŘOVÁ-PROCHÁZKOVÁ, A. (2010): Diagnostika a terapie duševních poruch. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-1620-6.
- EXRENDÁ (2022): Computer Visualisation of Dudley Castle c1550, Visitor centre, <http://www.exrenda.com/dudley/visitor.htm> (cit. 24. 5. 2022).
- G2 (2022): Best Virtual Tour Software, <https://www.g2.com/categories/virtual-tour> (cit. 3. 6. 2022).
- GAO, J., HU, Z., BIAN, K., MAO, X., SONG, L. (2021): AQ360: UAV-Aided Air Quality Monitoring by 360-Degree Aerial Panoramic Images in Urban Areas. Ieee Internet Of Things Journal, 8, 1, 428-442. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3004582>.
- GERMANN, C., BROIDA, J. K., BROIDA, J. M. (2003): Using Computer-Based Virtual Tours to Assist Persons With Disabilities. Educational Technology and Society, 6, 3, 53-60. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/jeductechsoci.6.3.53>.
- GONCALVES, N. (2007): How panoramic photography changed multimedia presentations in tourism. In: JACKO, J., A. a kol.: Human-Computer Interaction, Pt 3, Proceedings of the 12th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2007), Springer, Beijing, China, s. 862-871. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-73110-8\\_95](https://doi.org/10.1007/978-3-540-73110-8_95).
- GOODFIRMS (2022): GoodFirms, Best Virtual Tour Software, <https://www.goodfirms.co/virtual-tour-software/> (cit. 10. 6. 2022).
- GOOGLE (2022a): Google Mapy, Street View, Zdroje fotografií, <https://www.google.com/intl/cs/streetview/explore/> (cit. 28. 5. 2022).
- GOOGLE (2022b): Google Mapy, Petra, <https://www.google.com/maps/about/behind-the-scenes/streetview/treks/petra/> (6. 6. 2022).
- INKSCAPE (2021): Inkscape, verze 1.0.2-2.
- KAMIL, M. H. F. M., YAHYA, N., ABIDIN, I. S. Z., NORIZAN, A. R. (2021): Development of Virtual Reality Technology: Home Tour for Real Estate Purchase Decision Making. Malaysian Journal of Computer Science, Special Issue 1, 89-93. <https://doi.org/10.22452/mjcs.sp2021no1.8>.
- KLAPTY (2022a): Klapy, What Are Virtual Tours? <https://www.klapy.com/> (cit. 9. 3. 2022).
- KLAPTY (2022b): Explore and search, <https://www.klapy.com/explore?category=all> (cit. 31. 5. 2022).

- KNIHOVNA VÁCLAVA ŠTECHA SLANÝ (2022): Virtuální prohlídka knihovny, <https://www.knihovnaslany.cz/virtualni-prohlidka-knihovny,84> (cit. 31. 5. 2022).
- KRPANO (2022a): krpano, verze 1.20.11. Dostupné z <https://krpano.com/download/> (cit. 8. 6. 2022).
- KRPANO (2022b): krpano, documentation, <https://krpano.com/docu/xml/> (cit. 12. 6. 2022).
- LAUBHEIMER, P. (2020): Nielsen Norman Group, Virtual Tours: High Interaction Cost, Moderate Usefulness, <https://www.nngroup.com/articles/virtual-tours/> (cit. 9. 3. 2022).
- LEHNERT, M. a kol. (2014): Sportovní trénink I. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. ISBN 978-80-244-4330-0 (e-kniha). Dostupné z: <https://publi.cz/books/148/Cover.html>
- LERARIO, A., MAIELLARO, N. (2020): Virtual Touring for the Puglia Regional Museum Directorate. *Isprs International Journal Of Geo-Information*, 9, 12, 741. <https://doi.org/10.3390/ijgi9120741>.
- LEVONIS, S. M., TAUBER, A. L., SCHWEIKER, S. S. (2021): 360° Virtual Laboratory Tour with Embedded Skills Videos. *Journal of Chemical Education*, 98, 2, 651–654. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00622>.
- MAH, O. B. P., YAN, Y., TAN, J. S. Y., TAN, Y. X., TAY, G. Q. Y., CHIAM, D. J., WANG, Y. C., DEAN, K., FENG, C. C. (2019): Generating a virtual tour for the preservation of the (in)tangible cultural heritage of Tampines Chinese Temple in Singapore. *Journal of Cultural Heritage*, 39, 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.04.004>.
- MAÍCAS, J. M., VIÑALS, M. J. (2017): Design of a virtual tour for the enhancement of Llíria's architectural and urban heritage and its surroundings. *Virtual Archaeology Review*, 8, 17, 42–48. <https://doi.org/10.4995/var.2017.5845>.
- MAIELLARO, N., VARASANO, A., CAPOTORTO, S. (2019): Digital Data, Virtual Tours, and 3D Models Integration Using an Open-Source Platform. In: Duguleană, M., Carrozzino, M., Gams, M., Tanea, I. a kol. *VR Technologies in Cultural Heritage (VRTCH 2018)*. *Communications in Computer and Information Science*, vol 904. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05819-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05819-7_12).
- MEDICASPACE (2022): VozikySkutry.cz, Šířka a rozměry invalidního vozíku, <https://www.vozikyskutry.cz/sirka-a-rozmary-invalidniho-voziku> (cit. 23. 4. 2022).
- METAREAL (2022): Metareal, <https://www.metareal.com/> (cit. 6. 6. 2022).

- NAPOLITANO, R. K., DOUGLAS, I. P., GARLOCKA, M. E., GLISICA, B. (2017): Virtual Tour Environment of Cuba's National School of Art. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol XL-2/W5, 547–551. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-547-2017>.
- NÁRODNÍ MUZEUM (2022): Virtuálně do muzea, Online výstavy, <https://www.nm.cz/virtualne-do-muzea/online-vystavy> (cit. 31. 5. 2022).
- NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY (2022): Visit, Virtual Tour, <https://naturalhistory.si.edu/visit/virtual-tour> (cit. 31. 5. 2022).
- NEPOSEDÍME Z. S. (2019): Mapabariery, Praxe, <http://www.mapabariery.cz/index.php/praxe> (cit. 30. 3. 2022).
- NTM (2022): Národní technické muzeum, Virtuální prohlídka, <https://ntmvp.cz/> (cit. 31. 5. 2022).
- OPATŘILOVÁ, D., ZÁMEČNÍKOVÁ, D. (2014): Podpora rozvoje hybnosti osob s tělesným postižením. Masarykova univerzita, Brno. ISBN 978-80-210-7611-2. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/hybnost/web/docs/podpora\\_hybnosti.pdf](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/hybnost/web/docs/podpora_hybnosti.pdf)
- OTHMAN, Z., YAAKUB, A. R., ZULKIFLI, A. N. (2002): Virtual environment navigation using an image-based approach. In: 2002 Student Conference on Research and Development Proceedings. IEEE, NY, USA, s. 364-367. ISBN 0-7803-7565-3. <https://doi.org/10.1109/SCORED.2002.1033133>.
- PANORAMAS S.R.O. (2021): VirtualTravel.cz, <https://www.virtualtravel.cz/> (cit. 31. 5. 2022).
- PENZION A VINAŘSTVÍ U ŠIMEČKŮ (2022): 3D náhled, <http://www.penzion.usimecku.cz/3dnahled.html> (cit. 31. 5. 2022).
- PEREZ, E., MERCHAN, P., MERCHAN, M. J., SALAMANCA, S. (2020): Virtual Reality to Foster Social Integration by Allowing Wheelchair Users to Tour Complex Archaeological Sites Realistically. Remote Sensing, 12, 3, 419. <https://doi.org/10.3390/rs12030419>.
- PLANTE, A., TANAKA, S., IWADATE Y. (1999): Virtual Shinto Shrine. Proceedings IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, vol 2, 1024-1025. <https://doi.org/10.1109/MMCS.1999.778644>.
- POV (2020): Metodika kategorizace přístupnosti objektů. POV, MMR ČR, Praha.
- POV (2022): Pražská organizace vozíčkářů, Mapování přístupnosti, Metodika, <https://www.presbariery.cz/cz/mapovani-barierovosti/metodika> (cit. 23. 4. 2022).

- PRAŽSKÝ HRAD (2022): Pražský hrad pro návštěvníky, Virtuální prohlídka, <https://www.hrad.cz/cs/prazsky-hrad-pro-navstevniky/virtualni-prohlidka> (cit. 31. 5. 2022).
- PŘF UK (2022a): Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Podpora studentů se speciálními potřebami, <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/studium/specialni-potreby> (cit. 4. 4. 2022).
- PŘF UK (2022b): Přírodovědecká fakulta UK, Fakultní logo a vizuální materiály, <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/vnejsi/fakultni-logo-a-vizualni-materialy> (cit. 28. 6. 2022).
- PŘF UK (2022c): Přírodovědecká fakulta UK, Budovy a umístění fakulty, Budova Albertov 6, <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/o-fakulte/budovy-a-umisteni-fakulty/a6> (cit. 28. 6. 2022).
- RESTAURACE SAUNA (2022): Virtuální prohlídka, <https://www.restaurantsauna.cz/virtualni-prohlidka> (cit. 3. 5. 2022).
- RICOH (2022a): Theta 360, Theta Z1, <https://theta360.com/en/about/theta/z1.html> (cit. 23. 7. 2022)
- RICOH (2022b): RICOH Theta Z1, User Guide, <https://support.theta360.com/uk/manual/z1/> (cit. 14. 6. 2022).
- SANKAR, A., SEITZ, S. (2012): Capturing indoor scenes with smartphones. In: Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology. Association for Computing Machinery, New York, USA, s. 403–412. <https://doi.org/10.1145/2380116.2380168>.
- SANS&SERIF (2017): Manuál jednotného vizuálního stylu Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Sans&Serif, Praha.
- STECKER, Luděk (2022): Prohlídka virtuálně, Co je virtuální prohlídka?, <https://www.prohlidka-virtualne.cz/co-je-virtualni-prohlidka> (cit. 9. 3. 2022).
- SZELISKI, R., SHUM, H. (1997): Creating Full View Panoramic Image Mosaics and Environment Maps. In: OWEN G., S. a kol.: Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '97), ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., USA, s. 251–258. ISBN: 978-0-89791-896-1. <https://doi.org/10.1145/258734.258861>.
- TECHNOPEDIA (2015): Technopedia, Virtual Tour, <https://www.techopedia.com/definition/4920/virtual-tour> (cit. 9. 3. 2022).
- THE 360 GUY (2021): Threesixtycameras, Which is the Best Virtual Tour Software?, <https://www.threesixtycameras.com/which-is-the-best-virtual-tour-software/> (cit. 10. 6. 2022).

- TOMEČEK, M. (2017): MOBILNÍ TELEFONY a časová osa jejich vývoje, Přehled telefonů, [https://comtech.vsb.cz/vyvoj-telefonu/html\\_menu/timeline.html](https://comtech.vsb.cz/vyvoj-telefonu/html_menu/timeline.html) (cit. 28. 5. 2022).
- UNIVERSITY OF OXFORD (2022): Virtual tours, Department virtual tours, <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses/departments-virtual-tours> (cit. 27. 5. 2022).
- UNIVERZITA KARLOVA (2021): Výroční zpráva o činnosti UK za rok 2020, Univerzita Karlova, Praha. ISBN 978-80-87489-27-7.
- ÚZIS ČR (2022): Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, Klasifikace, 10. revize Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10), <https://www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat-klasifikace--mezinarodni-klasifikace-nemoci-mkn-10>. (cit. 26. 4. 2022).
- VIRTUAL VISIT (2021): EduNation, Průvodce: Jaký typ virtuální prohlídky zvolit pro vaši školu?, <https://www.edunation.cz/aktuality/209-jaky-typ-virtualni-prohlidky-zvolit> (cit. 9. 3. 2022).
- VŠB-TUO (2022): Kontakty, mapy, parkování, Virtuální prohlídka, <https://www.vsb.cz/cs/o-univerzite/kontakty-mapy-parkovani/virtualni-prohlidka/> (cit. 31. 5. 2022).
- VVOZP (2021): Průzkum přístupnosti studia pro osoby se zdravotním postižením na vysokých školách. Vláda České republiky oddělení sekretariátu Vládního výboru pro osoby se zdravotním postižením, Praha. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/ppov/vvozp/dokumenty/Pruzkum-pristupnosti-studia-pro-osoby-se-zdravotnim-postizenim-na-vysokych-skolach-VVOZP.pdf>
- Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb (2009): Vyhláška 398/2009 Sb.
- WANG, K. H., LAI, S. H. (2019): Object detection in curved space for 360-degree camera. In: IEEE: 2019 IEEE International conference on Acoustics, speech and signal processing (ICASSP). IEEE, Brighton, England, s. 3642-3646. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2019.8683093>
- WASFY, A., WASFY, T., NOOR, A. (2004): Intelligent virtual environment for process training. Advances In Engineering Software, 35, 6, 337–355. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2004.04.005>.
- WEBOBOOK (2022): Webobook, <https://webobook.com/> (cit. 7. 3. 2022).
- WHO (2012): Wheelchair service training package – Basic level. WHO, Geneva. ISBN 978-92-4-150347-1.
- WHO (2021): World Health Organization, Newsroom, Fact sheets, Disability and health, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (cit. 13. 3. 2022).

- WHO (2022): World Health Organization, Classifications, International Classification of Functioning, Disability and Health, <https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health> (cit. 15. 3. 2022).
- WHO, The World Bank (2011): World report on disability. WHO, Geneva. ISBN 978-92-4-068521-5. Dostupné z: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>
- WHO, ÚZIS (2020): Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví, druhé aktualizované české vydání. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, Praha. ISBN 978-80-7472-187-8. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/f/008317/mkf-cz-002.pdf>
- WILLIAMS, E. (2022): Fixthephoto, 9 BEST VIRTUAL TOUR SOFTWARE IN 2022, <https://fixthephoto.com/best-virtual-tour-software.html> (cit. 10. 6. 2022).
- XPLORIT (2022): Xplorit, Universal Studios Hollywood, <https://www.xplorit.com/universal-studios-hollywood> (cit. 6. 6. 2022).
- ZÁKON O SOCIÁLNÍCH SLUŽBÁCH (2006): Zákon č. 108/2006 Sb.
- ZÁKON O ZAMĚSTNANOSTI (2004): Zákon č. 435/2004 Sb.
- ZONER (2014): Zoner Photo Studio, verze 16 (Sestavení 9).
- ZŠ NAD PŘEHRADOU (2022): Virtuální prohlídka školy, <https://www.zsnpr.cz/stranka-virtualni-prohlidka-skoly-260> (cit. 31. 5 2022).

## 9. PŘÍLOHY

*Příloha 1: Vybrané parametry přístupnosti budov podle Pražské organizace vozíčkářů*

Vybrané aspekty pro určení typu přístupnosti budovy			
typ objektu	objekt přístupný	objekt částečně přístupný	objekt nepřístupný
<i>rampy (mobilní i pevné) před vstupem do objektu i uvnitř</i>			
sklon do 3 m [%]	≤ 12,5	≤ 16,5	> 16,5
sklon do 12 m [%]	≤ 8	≤ 12,5	> 12,5
šířka pevné rampy [cm]	≥ 100	≥ 100	< 100
<i>dveře, průchody (včetně hlavních vstupů), v případě dvoukřídlého vstupu, se počítá jedno křídlo</i>			
šířka [cm]	≥ 80	≥ 70	< 70
výška prahů [cm]	≤ 2	≤ 7	> 7
<i>toaleta</i>			
rozměry dveří [cm]	≥ 80	≥ 70	< 70
rozměry kabiny [cm]	≥ 160 x ≥ 160	≥ 140 x ≥ 140	< 140 x < 140
<i>rozměry výtahu</i>			
šířka dveří [cm]	≥ 80	≥ 70	< 70
rozměry kabiny [cm]	≥ 100 x ≥ 125	≥ 90 x ≥ 110	< 90 x < 110

*Zdroj: autorka práce s využitím POV (2020)*

*Příloha 2: XML kód pro vytvoření jedné scény*

```
<scene name="scene_ulice_Albertov" title="ulice_Albertov" onstart="" havevrimage.mobilevr="false" havevrimage.no-mobilevr="true" thumburl="panos/ulice_Albertov.tiles/thumb.jpg" lat="50.06876389" lng="14.42392778" heading="118.1">

  <control bouncinglimits="calc:image.cube ? true : false" />

  <view hlookat="112.443" vlookat="5.875" fovtype="MFOV" fov="135.013" maxpixelzoom="2.0" fovmin="70" fovmax="140" limitview="auto" />

  <preview url="panos/ulice_Albertov.tiles/preview.jpg" />

  <image prealign="0|118.1|0" if="!(webvr.isenabled OR device.mobilevr)">
    <cube url="panos/ulice_Albertov.tiles/%s/1%1/%v/1%1_%s_%v_%h.jpg" multires="512,1024,2176" />
  </image>

  <image prealign="0|118.1|0" if="webvr.isenabled OR device.mobilevr">
    <cube url="panos/ulice_Albertov.tiles/vr/pano_%s.jpg" />
  </image>

  <hotspot name="Boční vstup" style="skin_hotspotstyle" ath="158.996" atv="7.488" linkedscene="scene_ulice_votockova" />
  <hotspot name="Hlavní vstup" style="skin_hotspotstyle" ath="71.430" atv="6.876" linkedscene="scene_ulice_albertov_hlavni_vstup" />

</scene>
```

*Zdroj: autorka práce s využitím Krpano (2022a)*

