

TL03000679

*Redukce informačního deficitu a rozvoj představitosti osob se zrakovým postižením prostřednictvím 3D modelů s auditivními prvky*

FUNKČNÍ VZOREK  
**TYFLOKARTOGRAFICKÁ SADA  
EDUKAČNÍCH MATERIÁLŮ  
K VYBRANÝM PAMÁTKÁM ČESKA**

TERMÍN DOSAŽENÍ VÝSLEDKU 30. 6. 2022

### Plánovaný výsledek

V rámci realizace projektu *Redukce informačního deficitu a rozvoj představitosti osob se zrakovým postižením prostřednictvím 3D modelů s auditivními prvky* (TL03000679) bude vytvořena **sada edukačních materiálů**, která bude zahrnovat 3D modely s auditivními prvky (technologie TouchIt3D) s napojením na tablet a dále 2D modely stejných objektů a lokalit, které umožní vzájemné srovnávání percepce. Bude vybráno minimálně 14 různých objektů historických a církevních památek s cílem implementace do vzdělávání cílové skupiny. Prostřednictvím těchto pomůcek dojde k redukci informačního deficitu a zlepšení představitosti osob se zrakovým postižením.

### Abstrakt

V rámci realizace projektu *Redukce informačního deficitu a rozvoj představitosti osob se zrakovým postižením prostřednictvím 3D modelů s auditivními prvky* (TL03000679) byla vytvořena **Tyflokartografická sada edukačních materiálů k vybraným památkám Česka** (dále jen „sada edukačních materiálů“). Součástí sady edukačních materiálů je **Tyflopřůvodce po vybraných památkách Česka**, který zahrnuje **mapy a tyflografiky** tištěné metodou fuzérového termotisku (tzv. 2D materiály) a dále **3D prostorové plastové modely** vytištěné pomocí 3D tiskáren s využitím technologie **TouchIt3D**, tedy s možností propojení vybraných 3D modelů na smart zařízení a specializovanou softwarovou aplikací.

### Autorský kolektiv

Na realizaci funkčního vzorku se podíleli především pracovníci Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci ve spolupráci s odborníky z Ústavu speciálněpedagogických

studí Univerzity Palackého v Olomouci. Na uživatelském testování se podíleli další odborníci z praxe, a to především ze spolupracujících pracovišť aplikačních partnerů i další respondenti zastupující cílovou skupinu uživatelů produktu.

**Autorský tým** funkčního vzorku (v abecedním pořadí)

#### **Tyflokartografická sada edukačních materiálů k vybraným památkám Česka**

**Mgr. Radek Barvíř, Ph.D.**

pracovník projektu, technologický vývoj a garant 3D modelování

**RNDr. Jan Brus, Ph.D.**

pracovník projektu, technologický vývoj, garant 3D tisku

**Mgr. Bc. Veronika Růžičková, Ph.D.**

hl. řešitelka projektu, garantka speciálněpedagogického obsahu a uživatelského testování

**RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.**

pracovnice projektu, koncepce sady edukačních materiálů, garantka kartografického zpracování

**Mgr. Jakub Žejdlík**

externí pracovník projektu, hlavní autor Tyfloprůvodce a 2D tyflografik

#### **Doporučená citace**

Kolektiv autorů (2022): *Tyflokartografická sada edukačních materiálů k vybraným památkám Česka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, funkční vzorek. Místo uložení: Katedra geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc. Dokumentace dostupná na: <http://hmatovemapy.upol.cz/vystupy-projektu/>

Na technickém zpracování se dále podíleli studenti a studentky především magisterského a doktorského stupně na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci a další externí spolupracovníci.

Na uživatelském testování a jeho vyhodnocení se dále podíleli studenti a studentky doktorského stupně na Ústavu speciálněpedagogických studií Univerzity Palackého v Olomouci.

Práci s cílovou skupinou a konzultace týkající se metodicko-didaktických aspektů zajistili spolupracující organizace Kafira, o. p. s., Gymnázium pro zrakově postižené a střední odborná škola pro zrakově postižené, Praha 5, Radlická 115, a Základní škola pro žáky s poruchami zraku Praha 2, nám. Míru 19.

#### **Průběh realizace**

Tvorba funkčního vzorku probíhala v souladu s projektovou žádostí a podle stanoveného časového harmonogramu. Omezení, která nastala v rámci opatření proti šíření onemocnění covid-19, měla vliv na načasování dílčích etap a na plán uživatelských testování, nicméně vše se podařilo zdárně dohnat a plánovaného výsledku tak bylo dosaženo.

Dílní fáze realizace funkčního vzorku byly:

- koncepce tvorby sady edukačních materiálů, výběr vhodných metod a prostředků,
- výběr vhodných objektů (památek Česka) pro znázornění,
- sběr prostorových a faktografických podkladů pro další zpracování,
- analýza potřeb cílové skupiny respondentů,
- analýza technologických možností 3D tisku,
- příprava uživatelského testování se zaměřením na speciálněpedagogické aspekty,
- tvorba tyflografik a tyflografických modelů,
- uživatelské testování „2D materiálů“ (fuzérový termotisk) a 3D vytištěných modelů v laboratorních podmínkách,
- uživatelské testování 2D a 3D materiálů v reálném prostředí prezentované památky,
- zapracování všech poznatků z testování, úpravy existujících materiálů,
- technická dokumentace a finální výroba funkčního vzorku.

### Analýza stavu řešené problematiky

Na počátku projektu byla provedena rozsáhlá odborná rešerše několika oblastí – RVP pro ZŠ i SŠ a ŠVP pro školy se zaměřením na žáky se zrakovým postižením. Proběhla odborná rešerše existujících přístupů k prezentaci historických památek prostřednictvím 3D modelů a obecně studium stavu řešené problematiky. První oblast poskytla odpovědi na otázky, do kterých vyučovacích předmětů na základních a středních školách může výzkum přinést inovace prostřednictvím haptických modelů, 3D hapticko-akustických modelů historických a církevních památek. Druhá část pomohla zmapovat velmi nízkou rozšířenost haptických modelů celosvětově. V současné chvíli proto lze konstatovat, že díky technologii, která je v realizaci projektu implementována a vzhledem ke komplexnosti vytvářených pomůcek budou výstupy jedinečné v souladu s cílem.

### Popis technického řešení – 3D modely památek

#### *Příprava 3D modelů*

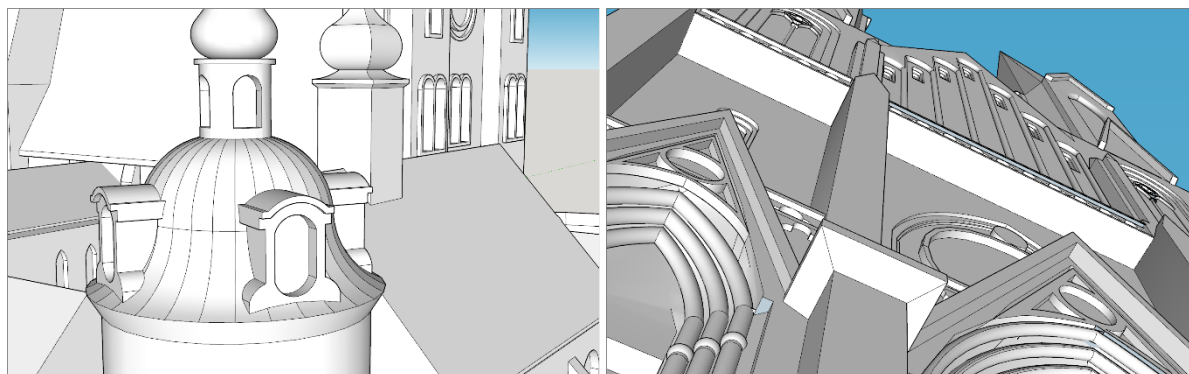
Pro přípravu virtuálních 3D modelů historických a církevních památek, které byly následně využity při tvorbě a interaktivních fyzických pomůcek pro osoby se zrakovým postižením, bylo využito množství různorodých podkladů. Jelikož řada z těchto památek není přesně prostorově zdokumentována nebo jejich plány jsou obtížně nebo vůbec dosažitelné, využity byly veřejně dostupné zdroje dat, půdorysné plány, mapy, fotografie nebo jiné vizualizace. Zhodnocena byla také využitelnost primárních GIS dat v podobě digitálních modelů reliéfu a povrchu. V případě zemského povrchu byly tyto datové sady využity, avšak pro znázornění budov a umělých objektů byla jejich podrobnost shledána a také jako problematická s ohledem na haptickou odezvu a velikost modelu.

Na základě dostupnosti podkladových dat, která byla postupně sesbírávána, bylo určeno pořadí, ve kterém 3D modely vznikaly. Modely byly vytvářeny v modelovacím softwaru SketchUp 8 (obr. 1). Při modelování bylo zároveň potřeba přihlídnout ke specifikům, která jsou pro jednotlivé stavby,

---

*Projekt TL03000679 Redukce informačního deficitu a rozvoj představitelnosti osob se zrakovým postižením prostřednictvím 3D modelů s auditivními prvky (2020–2023)*

pocházející z různých období, typická. U staveb, které to z hlediska měřítka zobrazení umožňovaly, byl kladen větší důraz na zachycení charakteristických prvků architektonických stylů. U rozsáhlejších komplexů bylo naopak klíčové přenést pomocí modelů představu o jejich velikosti.



Obr. 1 – Ukázky z 3D modelování

Při modelování byly také brány v úvahu netechnologické aspekty v podobě specifik, která jsou pro cílovou skupinu uživatelů v podobě nevidomých a osob se zrakovým postižením klíčová. Mezi ně patří absence ostrých hran, které by mohly potenciálně způsobit uživatelům zranění při manipulaci s fyzickým modelem. Využity tak byly také různé nástroje open-source programu Blender pro shlazení zemského povrchu. Dále bylo třeba zajistit, aby vytvářené modely byly odolné vůči opětovným dotekům. Detailní či tenké struktury proto byly zesíleny nebo vypuštěny.

Při modelování musela být brána v úvahu také specifika 3D tisku jako následné výrobní metody. Při využití dvouextruderové tiskárny je jedna z trysek vyhrazena pro vodivý materiál umožňující následné použití technologie TouchIt3D pro doplnění audio-taktilní interakce, zatímco druhá tryska je určena pro nevodivou plastovou strunu. Pro případný podpůrný materiál nezbývá žádná volná tryska, proto musejí být navrženy tak, aby byly při procesu výroby zcela samonosné. Zároveň bylo potřeba věnovat značné úsilí topologické čistotě a opravě geometrických návazností na modelu tak, aby bylo možné následně rozdělit model na vodivé a nevodivé prvky TouchIt3D.

Z hlediska tyflopeditického byly následně předmětem výzkumu vhodné míry abstrakce a úrovně vykreslení (modelování) detailu na prezentovaných modelech s ohledem na možnosti a potřeby cílové skupiny uživatelů.

### **Tisk modelů**

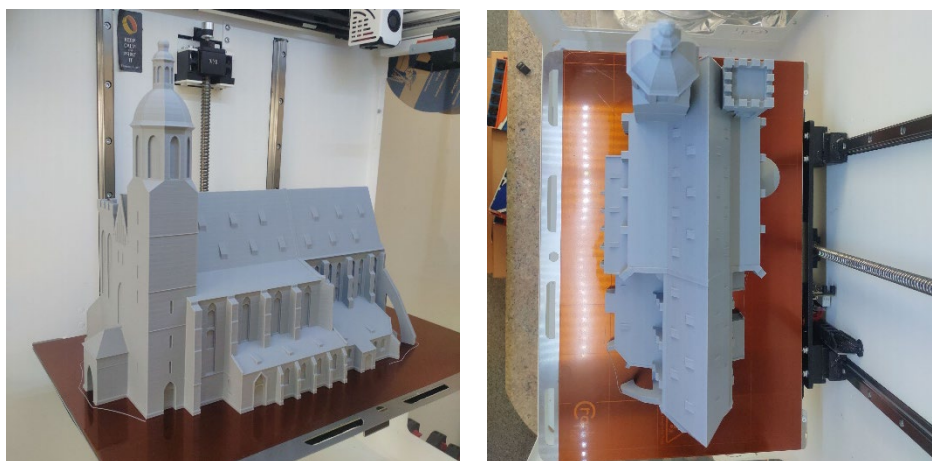
Tisk modelů v rámci projektu byl realizován na několika tiskárnách. Jmenovitě se jedná o tiskárny Ultimaker 3, Stratasys F170, CraftBot IDEX XL a Prusa MK3S. Jednotlivé tiskárny byly vždy voleny s ohledem na potřebný detail a výslednou velikost modelu (obr. 2). Velmi důležitým parametrem, který je nutné sledovat, byla výsledná interaktivita modelu.

Během realizace bylo prováděno testování jednotlivých typů materiálů. S ohledem na plánované využití modelů bylo zvažováno množství parametrů:

- vztah materiálů a kvality výsledného 3D modelu,

- detaily při specifické výšce vrstvy,
- materiálová párovatelnost s vodivým PLA materiálem (Proto-pasta),
- stavba velkých modelů,
- mechanická odolnost,
- odolnost proti pádu,
- náchylnost na ulomení jemných detailů.

Po provedených testech s materiály PETG, ABS, ASA, PLA byl jako výchozí zvolen materiál Polymaker PolyMax PLA. Jedná se o materiál se zlepšenými mechanickými vlastnostmi díky technologii Polymaker Nano Reinforcement.



Obr. 2 – Ukázka z tisku modelu

### **Multimediální obsah**

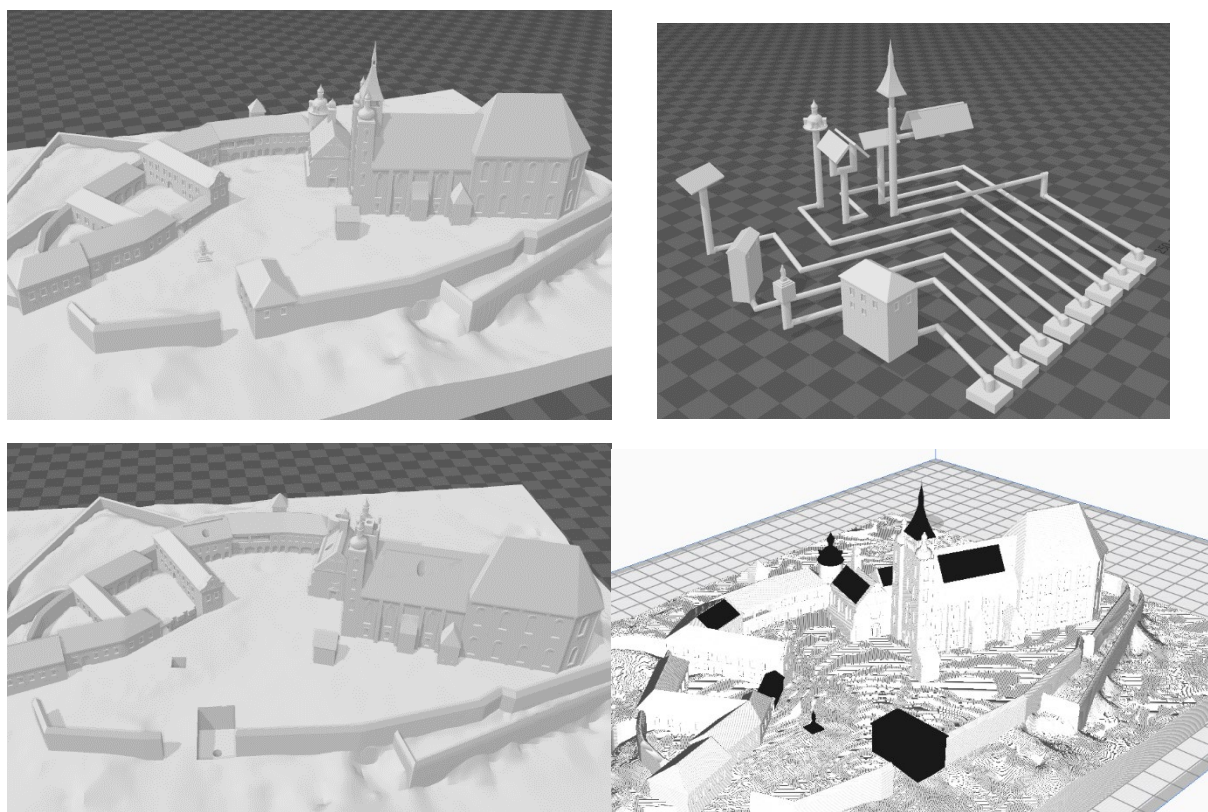
Byly testovány různé možnosti realizace multimediálního obsahu 3D modelů tak, aby co nejlépe vyhovovaly potřebám cílové skupiny uživatelů (prohlížeč model, výukový mód, práce s modelem v terénu).

Technologie **TouchIt3D**, vyvinutá na Univerzitě Palackého v Olomouci, se týká všech procesů 3D tisku, kdy je možné provést 3D tisk kombinací dvou a více materiálů, z nichž alespoň jeden je vodivý materiál, nebo kdy je umožněno vytvoření dvou nezávisle vytištěných modelů, které jsou následně spojeny do jednoho funkčního celku. Výsledné modely mohou být tvořeny primárně termoplasty (např. ABS, PLA, PETG), avšak je možné využít i jiné materiály. Použití vytvořených objektů je velmi široké, mohou sloužit například k ovládání chytrých telefonů, tabletů, elektronických čteček knih, navigací, dálkových ovladačů, automobilových displejů nebo k ovládání displejů v průmyslovém nasazení. Primárně se jedná o tvorbu prostorových 3D modelů sloužících pro prezentaci a navigaci například v obchodních centrech, nemocnicích, správních budovách, které se mohou po umístění na kapacitní displej stát interaktivními. Technologie je vhodná zejména pro výuku dětí i dospělých, hry, zprostředkovávání

informací a znalostí slabozrakým a nevidomým či jinak handicapovaným osobám, prezentaci prostoru a navigaci. Zcela zásadní aplikací je využití technologie při tvorbě interaktivních tyflomap.

**3D audio-taktilní mapy** představují významný facilitující prvek v rozvoji prostorové představivosti a upevňování dovedností v prostorové orientaci osob se zrakovým postižením. Její rozvoj je klíčovým předpokladem pro podporu nezávislosti a osobní soběstačnosti uživatelů 3D audio-taktilních map. Pro úspěšnou implementaci tohoto moderního technologického fenoménu je nezbytné dodržet bazální metodickou hierarchii postupu.

Pro potřebu realizace sady edukačních materiálů musel být vytvořen zvláštní technologický postup využití technologie TouchIt3D pro využití u 3D modelů památek (obr. 3).



Obr. 3 – Ukázka z realizace metody TouchIt3D na vytvořených 3D modelech památek

Technologie využívá speciálně vytvořeného softwarového nástroje TactileMapTalk, který byl pro potřeby realizace tohoto projektu a sady edukačních materiálů funkčně rozšířen a adaptován na požadované aspekty využití při prezentaci 3D modelů památek.

## Výběr lokalit

Lokality byly vybrány s cílem vybrat v každém kraji minimálně jednu památku. Předvýběr byl proveden historikem na základě významnosti památek. Seznam poté postoupil řešitelskému týmu, který udělal užší výběr s ohledem na možnosti modelování a 3D tisku. Poslední záměrný výběr byl proveden celým realizačním týmem v rámci setkání na on-line workshopu. Ke každé památce se vyjádřili zástupci všech partnerů projektu a vybrali tak, aby památka a její historická, církevní či kulturní hodnota mohla být dále implementována do výuky žáků.

Seznam památek obsahuje následující lokality:

1. Moravskoslezský kraj – Kostel Nanebevzetí Panny Marie v Opavě OK
2. Olomoucký kraj - Kostel sv. Mořice (Olomouc), Svatováclavské návrší (Olomouc)
3. Zlínský kraj – Buchlov hrad
4. Jihomoravský kraj – vila Tugendhat
5. Kraj Vysočina – Žďár nad Sázavou – Kostel svatého Jana Nepomuckého
6. Pardubický kraj – Litomyšl zámek
7. Královehradecký kraj – hrad Kost
8. Liberecký kraj – hrad Trosky
9. Ústecký kraj – zámek Ploskovice
10. Karlovarský kraj – Chebská falc – opevněný palác
11. Plzeňský kraj – Plzeň – Katedrála sv. Bartoloměje
12. Jihočeský kraj – Holašovice
13. Středočeský kraj – hrad Karlštejn
14. Praha – Karlův most v detailu + 3D mapa Klementinum, Národní divadlo

Všechny tyto památky jsou namodelovány a vytištěny jako výukové sady a budou sloužit jako jeden z hlavních prostředků výzkumu.

## Popis technického řešení – 2D tyflografiky a tyflomapy památek

### Koncepce tyfloprůvodce

2D tyflografiky a tyflomapy vybraných památek Česka byly pro potřeby sady edukačních materiál zpracovány do podoby **Tyfloprůvodce po vybraných památkách Česka**. Cílovou skupinou tohoto průvodce jsou sice osoby s těžkým zrakovým postižením, ale také jejich průvodci, pro které jsou dílčí části průvodce určeny a díky nimž může průvodce osobě s těžkým zrakovým postižením zprostředkovat více informací pro větší míru poznání.

Vzhledem k velmi odlišným potřebám vidících uživatelů a uživatelů se zrakovým postižením je nezbytné rozdělit tyfloprůvodce na dvě části – část určenou pro vidící uživatele (asistenty uživatelů se zrakovým postižením) a část určenou pro uživatele se zrakovým postižením. Část určená pro vidící uživatele obsahuje v klasickém „průvodcovském formátu“ informace o památkách ve formě textů (historie, architektura apod.) doplněných obrázky s popisy, přičemž jsou strany provedeny barevně. Část určená pro uživatele se zrakovým postižením využívá zejména tři barev – bílou pro pozadí, černou pro části, které mají být vnímatelné hmatem, a oranžovou pro popis, sloužící pro asistenty nebo slabozraké

uživatele, kteří dokáží přečíst kontrastní text (podrobný znakový klíč viz obr. 4). Pro primární prostorovou představivost osobám s těžkým zrakovým postižením zpravidla slouží tzv. 2D tyflogmapy a tyflografiky. Jedná se o takové obrazové materiály, které jsou vyrobeny s použitím mikrokapsulového termoaktivního papíru a požadovaná grafika (ta, která je tištěna černou barvou) tak vyvýší svůj reliéf nad úroveň papíru. Při této technologii je možné vytvářet jednoduché a středně složité obrazce a využívat aktivně Braillovo písmo.

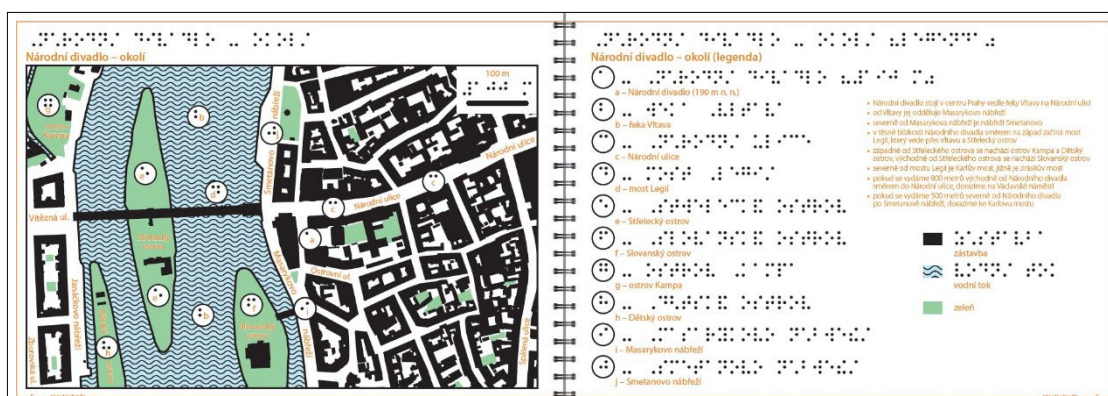
### Zpracování tyflopřůvodce

Podrobný popis tvorby tyflopřůvodce uvádí Žejdlík (2022). Jako zdroj prostorových dat pro Tyflopřůvodce po vybraných památkách Česka byla zvolena otevřená databáze OpenStreetMap, z níž byla data stažena do programu QGIS ve verzi 3.16.4 pomocí pluginu QuickOSM. Grafické zpracování tyflogmap a tyflografik probíhalo v programu Adobe Illustrator, kde byl upraven znakový klíč a doplněn popis a měřítka. Takto připravené grafické prvky byly průběžně nahrávány do prostředí Adobe InDesign, kde byly přidány např. nadpisy nebo číslování stran.

Jak již bylo uvedeno, průvodce je rozdělen na části určené pro vidící uživatele (asistenty uživatelů se zrakovým postižením) a části určené pro uživatele se zrakovým postižením. Části pro vidící uživatele obsahují texty o historii, architektuře, zajímavostech apod., které jsou doplněné obrázky s popisy. V tyflografické části, tedy části určené uživatelům se zrakovým postižením, jsou jednotlivé památky zpracovány vždy ve třech měřítcích – poloha památky v rámci České republiky, okolí a detail. Pro vybrané památky byly vytvořeny i tzv. boční pohledy.

Tisk části pro osoby s těžkým zrakovým postižením byl proveden kombinací laserového CMYK tisku na mikrokapsulový papír a použitím fuzéru P.I.A.F. V průvodci se nacházejí také strany „O tyflopřůvodci“ a „Památky“, které uživatelům podávají informace o tom, jak s průvodcem pracovat, a co je jeho obsahem. Zdroje použité literatury a obrázků jsou dostupné v závěru průvodce.

Na straně věnované památkám je znázorněn obsah tyflopřůvodce ve formě mapového náhledu, což umožňuje prostorovou lokalizaci jednotlivých památek v rámci České republiky. Každá památka má své číslo, které určuje i její pořadí v rámci tyflopřůvodce, ikonu, která byla vytvořena na základě fotografií a 3D modelů, popis s názvem památky a také text v Braillově písmu, který slouží pouze jako atraktivní grafický prvek. Jako topografický podklad byly použity vrstvy státní hranice, hranice krajů, silnice a vybrané vodní toky z databáze ArcČR500 poskytované společností ARCDATA PRAHA, s. r. o. Ve spodní části strany jsou vysvětlivky, které poskytují základní informace o každé památce.



Obr. 3 – Ukázka kompozice dvoustrany pro uživatele se zrakovým postižením



### Znakový klíč

Mapové prvky, které mají být čitelné hmatem, jsou vždy provedeny černou barvou. Plošné tyflografické prvky jsou vyhotoveny buď černou výplní (např. budovy, zástavba), šrafami (např. les) nebo vzorem představujícím vlny (vodní toky a plochy). V případě liniových znaků je použita buď jednoduchá linie (např. státní hranice, hranice krajů, silnice) nebo kombinace jednoduché a přerušované linie (hradby, zeď). Bodové znaky jsou použity pouze v tyflomapách věnovaných poloze památek v České republice, kdy je pro lokalizaci památky v rámci státu použit kruhový geometrický bodový znak (obr. 4).

	zástavba, budova	CMYK: 00-00-00-100
	les, trávník	CMYK: 43-00-49-00 tloušťka linie: 2 pt úhel: 45°, mezera: 1,8 mm
	vodní tok, řeka, rybník	CMYK: 23-00-02-00 tloušťka linie: 1,5 pt
	zeleň	CMYK: 43-00-49-00
	zeleň	CMYK: 16-00-20-00
	vodní plocha	CMYK: 23-00-02-00
	hradby / zeď	CMYK: 00-00-00-100 tloušťka linie: 4,5 pt tloušťka přerušované linie: 9 pt
	státní hranice	CMYK: 00-00-00-100 tloušťka linie: 5 pt
	hranice kraje	CMYK: 00-00-00-100 tloušťka linie: 3 pt
	silnice, hranice zástavby	CMYK: 00-00-00-100 tloušťka linie: 2 pt
	vodní tok	CMYK: 23-00-02-100 tloušťka linie: 4 pt
	památka	CMYK: 00-00-00-100 průměr kruhu: 7,5 mm

Obr. 4 – Znakový klíč map

### Uživatelské testování, ověření funkčního vzorku

Uživatelské testování funkčního vzorku probíhalo v rámci dílčích etap. Zvláště byly testovány 2D tyflomapy a tyflografiky, zvláště byly testovány 3D modely, jejich míra abstrakce a následně funkcionality při propojení s technologií TouchIt3D (obr. 5).



Obr. 5 – Fotografie z testování tyflografik, tyflomap a 3D modelů

Vyhodnocení uživatelského testování realizovali pracovníci Ústavu speciálněpedagogických studií Univerzity Palackého v Olomouci a tyto výsledky jsou předmětem dalšího výzkumu, který probíhá v rámci projektu. Výsledky tohoto výzkumu budou publikovány v souladu s časovým harmonogramem realizace projektu v roce 2023.

Technické poznatky z uživatelských testování byly zapracovány do předložené verze funkčního vzorku, nicméně v roce 2022 a v roce 2023 probíhají ještě další uživatelská testování směřující k optimalizaci sady edukačních materiálů, výukového procesu, vyhodnocení výzkumu percepce prostoru cílovou skupinou uživatelů a také s ohledem na efektivitu a optimalizaci tisku 3D modelů.

### Výsledek – funkční vzorek

Výsledkem realizace je **Tyflokartografická sada edukačních materiálů k vybraným památkám Česka**. Součástí sady edukačních materiálů je **Tyfloprůvodce po vybraných památkách Česka**, který zahrnuje

**mapy a tyflografiky** tištěné metodou fuzérového termotisku (tzv. 2D materiály), **3D prostorové plastové modely** vytištěné pomocí 3D tiskáren a vybrané **3D prostorové multimediální modely** s využitím technologie **TouchIt3D**, tedy s propojením vybraných 3D modelů na smart zařízení a specializovanou softwarovou aplikací TactileMapTalk.

### Návrh využití výsledku

Již v samotném návrhu projektu bylo uvedeno, že implementace do praxe bude prováděna prostřednictvím spolupráce s aplikačními garanty. Během projektu proto byla sada edukačních materiálů používána pro potřeby zjištění a otestování multisenzoriálního působení a jeho přínosu pro zvýšení a zkvalitnění představ o prostoru i samotném objektu, a to v rámci začlenění do vyučovacího procesu žáků se zrakovým postižením či volnočasových aktivizačních metod u dospělých osob se zrakovým postižením. Po skončení projektu je plánováno jejich využití v rámci volnočasových aktivit osob se zrakovým postižením (organizace Kafira), či v rámci vyučovacího procesu v průřezových tématech na ZŠ i SŠ.

### Seznam použité související literatury a předcházejících publikací

- BARVÍŘ, R.; BRUS, J.; VONDRÁKOVÁ, A. (2021). 3D-printed models of Czech architectural monuments for people with severe visual impairment. In International Cartographic Association. Abstracts of the International Cartographic Association, 3, 1–2. DOI: doi.org/10.5194/ica-abs-3-23-2021
- BARVÍŘ, R.; VONDRÁKOVÁ, A.; BRUS, J. (2021). Efficient Interactive Tactile Maps: A Semi-Automated Workflow Using the TouchIt3D Technology and OpenStreetMap Data. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(8), 505. DOI: doi.org/10.3390/ijgi10080505
- BRUS, J.; LÁZNA, R.; BARVÍŘ, R.; VONDRÁKOVÁ, A. (2021). Making history accessible to people with visual impairments through interactive tangible 3D models. Abstracts of the ICA, 3, 36. DOI: doi.org/10.5194/ica-abs-3-36-2021
- GAJDZICA, Z.; MCWILLIAM, R.; POTMĚŠIL, M.; LING, G. (2020). Inclusive Education of Learners with Disability – The Theory versus Reality. Berlin: Peter Lang.  
<https://www.peterlang.com/browse?level=parent&pageSize=10&pubschedule=new&sort=dat edescending&t=EDUC>
- HRBÁČOVÁ, L.; ŠPINAROVÁ, G.; VACHALOVÁ, V.; RŮŽIČKOVÁ, V.; KROUPOVÁ, K. (2020). Taktile grafiken in das leben von menschen mit Sehbehinderung. In Paidagogos, 2020(1), pp. 137–152.
- KROUPOVÁ, K.; RŮŽIČKOVÁ, V. (2021). The Development of Mental Model of People with Visual Impairment. In Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. May 28th-29th, 2021 Volume III SPECIAL PEDAGOGY SOCIAL PEDAGOGY. Rezekne. ISSN 1691-5887. DOI: doi.org/10.17770/sie2021vol3.6341

- KROUPOVÁ, K.; ŠPINAROVÁ, G. (2020). Tactile Graphics in the Tertiary Education of Students with Visual Impairment. In 6th International Conference on Lifelong Education and Leadership for all. Conference Proceeding Book, pp. 343–352. July 16-18, 2020, Sakarya University. ISBN: 978-605-66495-8-5.
- POTMĚŠILOVÁ, P.; POTMĚŠIL, M. (2020). Kresba pána a psa dětí se sluchovým postižením. *Československá psychologie*, 64(6).
- RŮŽIČKOVÁ, V., PAZOURKOVÁ, L. (2020). Possibilities of Graphic Representations within Special Education of People with Visual Impairment – Theory and Practice. In *Proceedingbook – ICLEL – 6th International Conference on Lifelong Education and Leadership for All-ICLEL 2020* (International University of Sarajevo / Sarajevo / Bosnia & Herzegovina).
- RŮŽIČKOVÁ, V.; KROUPOVÁ, K. (2020). Audiotactile maps as a facilitating element in spatial orientation and mobility. (s. 120 – 129) in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume IV. Special Pedagogy. Social Pedagogy. Information Technologies in Education*. Rezekne, 2020. ISSN1691-5887. doi: <http://dx.doi.org/10.17770/sie2020vol4.5090>
- RŮŽIČKOVÁ, V.; KROUPOVÁ, K. (2020). Tyflografika: reliéfní grafika a její role v životě osob se zrakovým postižením. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-5732-1.
- RŮŽIČKOVÁ, V.; PAZOURKOVÁ, L. (2020). Possibilities of Graphic Representations in the Education of People with Visual Impairment Theory and Practice. In 6th International Conference on Lifelong Education and Leadership for all. Conference Proceeding Book, pp. 334–342. ISBN: 978-605-66495-8-5.
- ŠPINAROVÁ, G.; VACHALOVÁ, V. (2021). Digital technology as support of cognitive processes of people with visual impairments. In *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. May 28th-29th, 2021 Volume III SPECIAL PEDAGOGY SOCIAL PEDAGOGY*. Rezekne. ISSN 1691-5887. On-line: <http://journals.ru.lv/index.php/SIE/article/view/6341>
- TRÁVNÍČKOVÁ, L.; HAICLOVÁ, Z.; RŮŽIČKOVÁ, V. (2021). Kunst im Leben von Personen mit Sehbehinderung Art in the life of a person with visual impairment. In: *Paidagogos*. Online.
- VONDRÁKOVÁ, A.; BEČICOVÁ, K.; BARVÍŘ, R.; BRUS, J. (2021). Adaptation of maps to pupils with severe visual impairments. *Abstracts of the ICA*, 3, 305. DOI: [doi.org/10.5194/ica-abs-3-305-2021](https://doi.org/10.5194/ica-abs-3-305-2021)
- VONDRÁKOVÁ, A.; RŮŽIČKOVÁ, V., KROUPOVÁ, K., BARVÍŘ, R., BRUS, J., VOŽENÍLEK, V. (2020). Tyflomapy–Tyflografika–Tyflokartografie: Percepce prostoru prostřednictvím 3D audio-taktilních map. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-5788-8.
- ŽEJDLÍK, J. (2022). Tyflopřůvodce po vybraných památkách Česka. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, diplomová práce, vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M. Dostupné z: <https://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/zejdlík22/>

## Dostupnost výsledku

Tento materiál a publikační výstupy jsou k dispozici na <http://hmatovemapy.upol.cz/vystupy-projektu/> Tyflokartografická sada edukačních materiálů k vybraným památkám Česka je uložena na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc a je dále využívána k výzkumu v rámci projektu TL03000679 *Redukce informačního deficitu a rozvoj představitosti osob se zrakovým postižením prostřednictvím 3D modelů s auditivními prvky* (2020–2023).

**Tyfloprůvodce po vybraných památkách Česka** je k dispozici na webových stránkách projektu a na <https://tinyurl.com/tyflo-pruvodce>.

K dispozici je ke stažení kompletní tyfloprůvodce v digitální podobě, tyfloprůvodce ve verzi pro tisk (odděleně na klasický papír a na mikrokapsulový papír), na stránkách je také návod k tisku tyfloprůvodce.

## Kompletní tyfloprůvodce

Kompletního tyfloprůvodce si můžete prohlédnout v digitální verzi nebo si jej můžete stáhnout a vytisknout. Před tiskem tyfloprůvodce si přečtěte návod.



Kompletní tyfloprůvodce  
(digitální verze)

Digitální verze



Kompletní tyfloprůvodce  
(verze pro tisk)

Tisk – klasický papír

Tisk – mikrokapsulový papír



Návod k tisku tyfloprůvodce

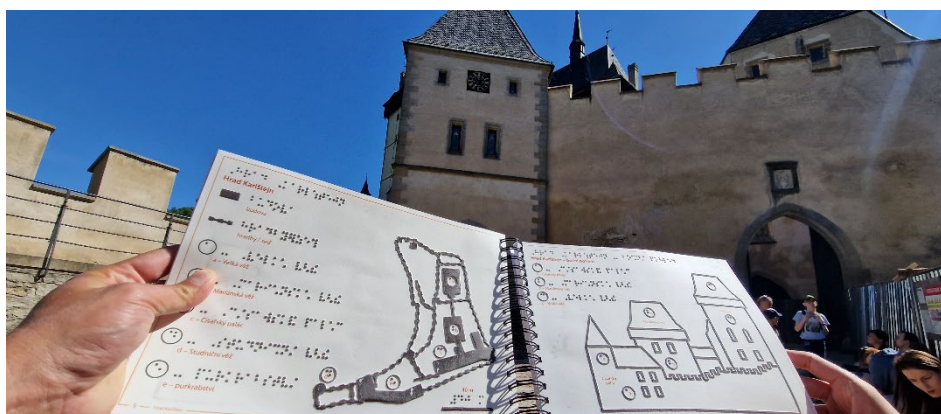
Návod k tisku tyfloprůvodce

**3D tisková data** jsou k dispozici na vyžádání na emailu [radek.barvir@upol.cz](mailto:radek.barvir@upol.cz) a budou po harmonizaci a optimalizaci formátu součástí výstupů projektu publikovaných souhrnně k 30. 9. 2023 na webovém portálu [hmatovemapy.upol.cz](http://hmatovemapy.upol.cz).

Fotografie



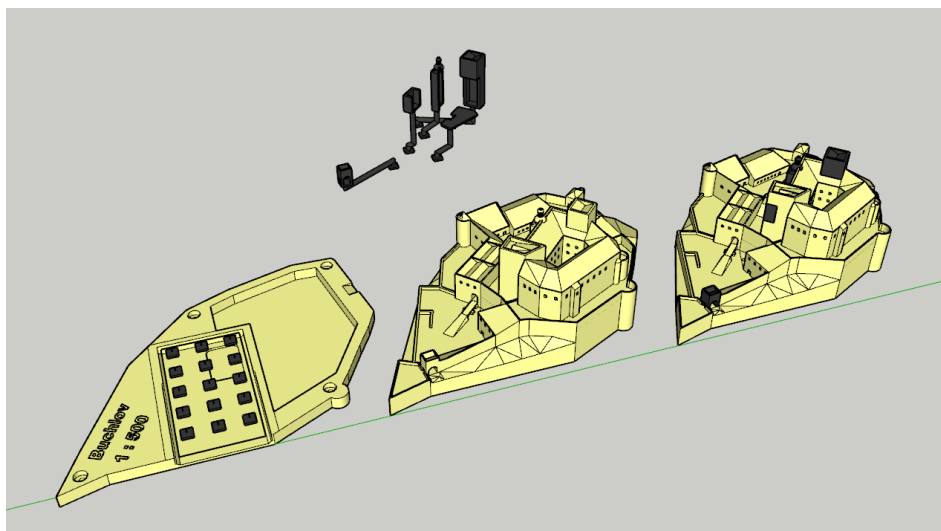
Obr. 7 – Fotografie z uživatelského testování: použití tyfloprůvodce a zmenšeného 3D modelu



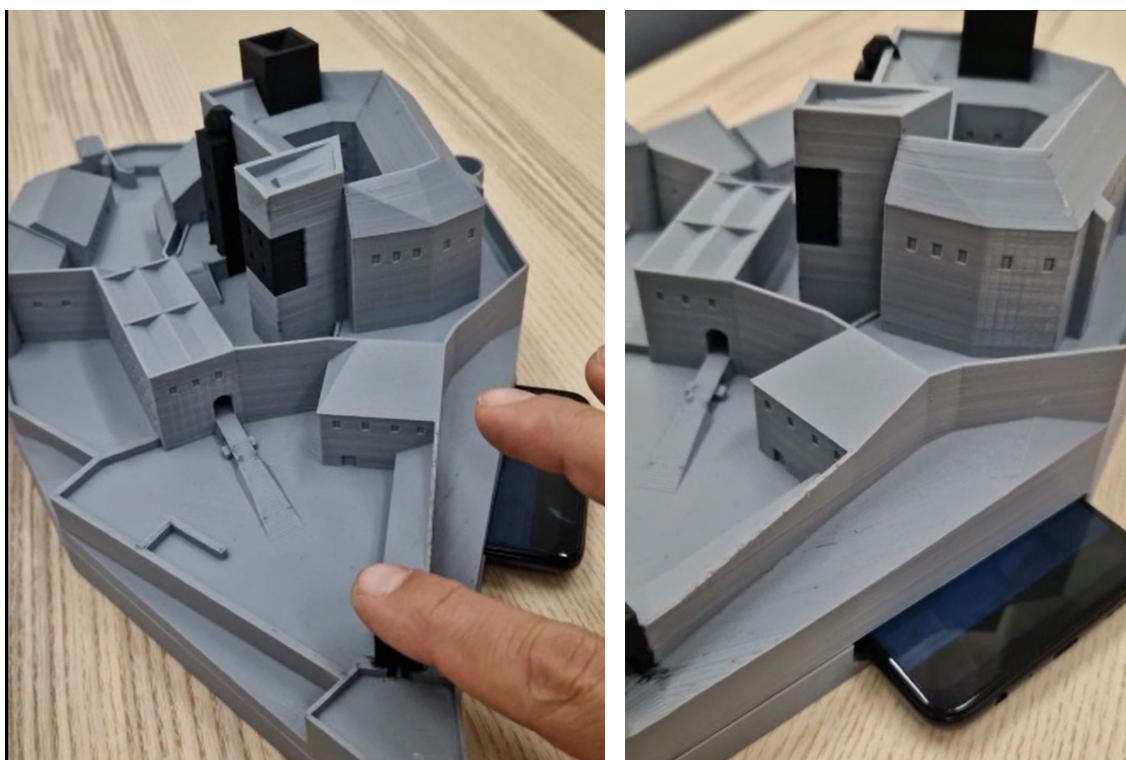
Obr. 8 – Fotografie z uživatelského testování: použití tyfloprůvodce v místě památky



Obr. 9 – Fotografie z uživatelského testování: velké 3D modely památek



Obr. 10 –TouchIt3D verze modelu památky (Buchlov)



Obr. 11 –TouchIt3D verze modelu památky

## Závěrečná ustanovení

Tento dokument prezentuje realizaci, ověření a uplatnění funkčního vzorku sady edukačních materiálů pro účely výzkumu multisenzoriálního působení a jeho přínosu pro zvýšení a zkvalitnění představ o prostoru osobami se zrakovým postižením pro účely *Hodnocení výzkumných organizací a hodnocení programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací* dle Metodiky M17+ Rady vlády pro výzkum, vývoj a inovace (RVVI).

---

### Kontakt:

Mgr. Radek Barvíř, Ph.D., korespondenční autor  
Katedra geoinformatiky  
Univerzita Palackého v Olomouci  
[radek.barvir@upol.cz](mailto:radek.barvir@upol.cz)

Mgr. Bc. Veronika Růžičková, Ph.D., hlavní řešitelka projektu  
Ústav speciálněpedagogických studií  
Univerzita Palackého v Olomouci  
[veronika.ruzickova@upol.cz](mailto:veronika.ruzickova@upol.cz)