

TYFLO

MAPY
GRAFIKA
KARTOGRAFIE

PERCEPCE PROSTORU PROSTŘEDNICTVÍM AUDIO-TAKTILNÍCH 3D MAP

Alena Vondráková a kolektiv

Making a better world with (tactile) maps



Univerzita Palackého
v Olomouci

TYFLO **MAPY GRAFIKA KARTOGRAFIE**

PERCEPCE PROSTORU
PROSTŘEDNICTVÍM AUDIO-TAKTILNÍCH 3D MAP

Alena Vondráková
Veronika Růžičková
Kateřina Kroupová
Radek Barvíř
Jan Brus
Vít Voženílek

Olomouc 2020

Editor:

RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.

Autoři:

RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.¹

Mgr. et Bc. Veronika Růžičková, Ph.D.²

PhDr. Kateřina Kroupová, Ph.D.²

Mgr. Radek Barvíř¹

RNDr. Jan Brus, Ph.D.¹

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.¹

¹ Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

² Ústav speciálněpedagogických studií, Pedagogická fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

T A Tato publikace vznikla v rámci řešení projektu
Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků.
Č R Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR
v rámci Programu Éta, reg. č. TL01000507.

Recenzenti:

Mgr. Hana Ryšlavá, Ph.D. (Technická univerzita v Liberci, Katedra sociálních studií a speciální pedagogiky)

Mgr. Klára Severýnová Popková, Ph.D. (Technická univerzita v Liberci, Katedra geografie)

PhDr. Martina Malotová, MBA (Základní škola pro žáky s poruchami zraku, Praha)

Vydala Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc,
pro Katedru geoinformatiky jako její 82. publikaci.

Vytiskla Tiskárna Helbich, a. s., Valchařská 36, 614 00 Brno.

1. vydání

© Alena Vondráková a kol., 2020

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2020

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv
a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popřípadě trestněprávní odpovědnost.

ISBN 978-80-244-5788-8

ÚVOD 7

AUTOŘI PUBLIKACE 9

ČÁST I

1 TYFLOMAPY *Alena Vondráková* 15

Historický vývoj 15

Výzkum tyflomap 16

Dělení tyflomap 18

OBRAZEM: Tyflomapy 22

2 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE *Radek Barvíř, Alena Vondráková* 27

Manuální výroba tyflomap 27

Strojová výroba tyflomap 28

OBRAZEM: Výrobní technologie 34

3 TYFLOGRAFIKA *Alena Vondráková* 39

Proces haptizace 39

Hmatové vnímání 41

Technické parametry tyflografiky 42

OBRAZEM: Tyflografika 44

4 ZNAKY NA TYFLOMAPÁCH *Alena Vondráková, Vít Voženílek* 49

Kartografická sémiologie 49

Tvorba 3D znaků 53

Pravidla a parametry pro tvorbu tyflomap 54

OBRAZEM: Znak v mapách 56

5 ÚROVNĚ ABSTRAKCE *Radek Barvíř* 61

Obsah mapy 61

Náplň mapy 62

Generalizace 63

Jevy znázorněné v mapách 64

OBRAZEM: Úrovně abstrakce 66

OBSAH

První část publikace se věnuje teoretickým základům řešené problematiky.

KAPITOLY OBRAZEM

Kromě odborných textů obsahují kapitoly i část nazvanou „OBRAZEM“. V těchto částech knihy jsou nejdůležitější informace z dané kapitoly prezentovány obrazovou formou se stručným popisem. Tyto části kapitol jsou určeny pro ty, kteří nepotřebují odborné znalosti, ale chtějí se s prezentovanými tématy rychle seznámit.

Druhá část publikace představuje unikátní technologické řešení tvorby tyflomap, a to využitím moderního nízkonákladového 3D tisku a smart zařízení (tabletu).

Třetí část publikace je zaměřena na uživatele tyflomap, tedy na osoby s těžkým zrakovým postižením. Současně dokumentuje provedené uživatelské testování tyflomap vytvořených technologií TouchIt3D představenou v Části II.

6	BRAILLOVO PÍSMO NA MAPÁCH <i>Radek Barvíř</i>	71
	Historie písem pro osoby se zrakovým postižením.....	71
	Princip Braillova písma.....	72
	Využití Braillova písma.....	73
	Popis na mapách.....	73
	OBRAZEM: Braillovo písmo na mapách	78

ČÁST II

7	MULTIMEDIÁLNÍ TECHNOLOGIE <i>Jan Brus</i>	85
	Digitální interaktivní mapy (DIM)	85
	Integrované přístupy	86
	Hybridní interaktivní mapy (HIM).....	86
	OBRAZEM: Multimediální obsah tyflomap	92
8	TouchIt3D <i>Jan Brus, Radek Barvíř, Alena Vondráková</i>	95
	Technické řešení.....	95
	Postup tvorby TouchIt3D tyflomap	100
	Další možné využití technologie TouchIt3D	103
	OBRAZEM: TouchIt3D	103
9	TactileMapTalk <i>Radek Barvíř</i>	109
	OBRAZEM: TactileMapTalk	110

ČÁST III

10	UŽIVATELÉ TYFLOMAP <i>Kateřina Kroupová</i>	117
	Zrak, zrakové vnímání a jeho dominance v životě člověka	117
	Osoba se zrakovým postižením jako klíčový pojem	118
	Přístupy ke klasifikaci zrakového postižení.....	119
	Stupně zrakového postižení a jejich charakteristika	124
	Důsledky zrakového postižení a limity z něj vyplývající	128
	Důsledky zrakového postižení specifické pro jednotlivé kategorie osob se zrakovým postižením.....	130
	OBRAZEM: Uživatelé tyflomap.....	136

11	PROSTOROVÁ ORIENTACE OSOB SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM	<i>Veronika Růžičková</i>	139
	Nácvik prostorové orientace v raném a dětském věku.....		141
	Nácvik prvků prostorové orientace a samostatného pohybu v předškolním, školním a dospělém věku		141
	Postup nácviku chůze s holí.....		145
	Výběr trasy.....		147
	Faktory usnadňující nácvik trasy.....		149
	Nácvik samostatného pohybu s využitím tyflomap		150
	OBRAZEM: Prostorová orientace osob se zrakovým postižením.....		154
12	UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ		157
	<i>Veronika Růžičková, Alena Vondráková, Kateřina Kroupová</i>		
	Teoretická východiska.....		158
	Tyflomapy v praxi.....		160
	Uživatelské testování vzorníků.....		161
	Tvorba a uživatelské testování velkoměřítkových plánů.....		161
	Význam uživatelského testování		164
	OBRAZEM: Uživatelské testování.....		167
13	TYFLOMAPY PRO VÝUKU ZEMĚPISU		171
	<i>Alena Vondráková</i>		
	Vzdělávání s využitím tyflomap.....		171
	Tvorba tyflomap		173
	Uživatelské testování		175
	OBRAZEM: Tyflomapy pro výuku zeměpisu obrazem.....		178
	O PROJEKTU		183
	SUMMARY		185



Integrace **osob se zdravotním postižením** do většinové společnosti je jedním z hodně akcentovaných témat, a to nejen díky celospolečenskému významu, ale také díky aktivitám, jako je zavedení inkluzivního vzdělávání. Méně akcentovaným tématem však je, že se k osobám se zdravotním postižením často nedostávají takové služby a pomůcky, které by jim reálně integraci a inkluzi výrazně zjednodušily. Jednou z těchto oblastí je i vzdělávání osob se zrakovým postižením.

Na Ústavu speciálněpedagogických studií Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci má tyflopédie, tedy obor zabývající se výchovou, vzděláváním a rozvojem osob se zrakovým postižením, dlouhou historii. Studenti i pedagogové v rámci výuky i praxe aktivně řeší **problematiku prostorové orientace** těchto osob. A protože prostor je doménou geovědních oborů, byla již před patnácti lety zahájena spolupráce mezi Ústavem speciálněpedagogických studií Pedagogické fakulty a Katedrou geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

První **moderní hmatové mapy** vytvořené technikami 3D tisku vznikly v rámci projektu GA406/08/103 *Percepce geoprostoru prostřednictvím tyflopap moderního typu* pod vedením kartografa prof. Víta Voženílka. Výsledky tohoto projektu ukázaly, kudy se tvorba tyflopap může odvíjet. Nicméně časová i finanční náročnost tvorby navržených map v podstatě znemožnila širší využití v praxi. S rozvojem technologií se však různé způsoby 3D tisku stávaly stále dostupnějšími a také byly na Katedře geoinformatiky PŘF UP navrženy moderní metody kombinující 3D tisk společně s kapacitními displeji.

A tak se v roce 2018 začala odvíjet historie projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků*, podpořené Technologickou agenturou České republiky (reg. č. TL01000507). V rámci tohoto projektu, který na Ústavu speciálněpedagogických studií PdF UP vedla dr. Veronika Růžičková a na Katedře geoinformatiky PŘF UP jsem měla tu čest vést kolegy já, byly vytvořeny **hmatové mapy propojené technologií TouchIt3D s mobilními zařízeními**, což mapám dodává multimediální rozměr. Vytvořené mapy prošly intenzivním uživatelským testováním v praxi a společně s aplikačním garantem byly optimalizovány parametry map i jejich technické řešení.

Publikace, kterou právě držíte v ruce, je shrnutím těch **nejdůležitějších poznatků**, které tým z Ústavu speciálněpedagogických studií PdF UP a z Katedry geoinformatiky PŘF UP získal během mnoha let společného výzkumu. Současně kniha představuje nejnovější postupy k tvorbě audio-taktilních pomůcek, které efektivně napomáhají při nácvičku samostatného pohybu osob se zrakovým postižením.

Mým osobním přáním při tvorbě této publikace bylo, aby jednak zahrnovala **odborné texty**, které pomohou dalším výzkumníkům a pedagogům zkvalitnit vzdělávání osob se zrakovým postižením, ale aby také laická veřejnost se zájmem o prezentované téma pochopila **hlavní smysl tyflokartografického výzkumu**. Pro odborníky jsou tak určeny obsáhlejší texty v kapitolách, pro laickou veřejnost pak dvojstrany „OBRAZEM“ na konci každé kapitoly.

Věřím, že díky této knize pochopíte hlouběji **problematiku vzdělávání osob se zrakovým postižením**, ale také uvidíte, jak v současnosti dostupné technologie mohou pomáhat. Zpětnou reakci od uživatelů účastnících se testování máme tu nejlepši. Snad se vám bude kniha líbit tak, jak se našim respondentům líbily TouchIt3D tyflopapy.

Děkuji všem kolegům, kteří se na realizaci projektu a na vzniku publikace podíleli.

Alena Vondráková



AUTOŘI PUBLIKACE

Autorský kolektiv je složen převážně z akademických pracovníků Univerzity Palackého v Olomouci. Odborníci na tyflokartografii, 3D modelování a 3D tisk působí na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty UP, odborníci na speciální pedagogiku a tyflopeditii jsou z Ústavu speciálněpedagogických studií Pedagogické fakulty UP.

Katedra geoinformatiky

Katedra geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci garantuje studium v oboru *Geoinformatika a kartografie* v bakalářském, navazujícím magisterském a doktorském studijním programu (též v kombinované formě u magisterského a doktorského studia). Nabízí také mezinárodní navazující magisterské studium *Erasmus Mundus Joint Master Degree (EMJMD)* v oboru *Copernicus Master in Digital Earth*. V anglickém jazyce je možné studovat i doktorské studium *Geoinformatics and Cartography* (v prezenční i kombinované formě).

Vědecko-výzkumná činnost katedry je zaměřena na obecné otázky geoinformatiky, budování a aplikace geografických informačních systémů, zpracování dat z dálkového průzkumu Země, tematické a digitální kartografie, modelování prostorových jevů v krajině, územního plánování v GIS aj. Na pracovišti byla řešena řada odborných studií a grantů, vypracováno mnoho posudků a vyžádány desítky konzultací. Kvality katedry podtrhuje i velké množství vydaných publikací.

Ústav speciálněpedagogických studií

Ústav speciálněpedagogických studií Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci je největším akademickým pracovištěm v České republice zaměřeným na speciální pedagogiku. Disponuje širokou nabídkou studijních oborů v bakalářském, magisterském i doktorském stupni studia (v českém, anglickém a ruském jazyce).

Kromě výuky realizuje ústav rozsáhlou vědecko-výzkumnou i publikační činnost, vydává odborný recenzovaný časopis *Journal of Exceptional People*, pořádá odborné vědecké konference a je úspěšným řešitelem řady výzkumných, inovačních nebo rozvojových projektů. Pracovníci i studenti ústavu rovněž úzce spolupracují s Centrem podpory studentů se specifickými potřebami Univerzity Palackého v Olomouci. Při ústavu také funguje občanské sdružení Asociace studentů speciální pedagogiky.



Univerzita Palackého v Olomouci

Univerzita Palackého v Olomouci (Universitas Palackiana Olomucensis) byla založena v roce 1573. Je druhou nejstarší univerzitou v českých zemích hned po Univerzitě Karlově.

V roce 2020 studovalo na UP více než 23 000 studentů. Univerzita sestává z osmi fakult a několika výzkumných center.

Katedra geoinformatiky

RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.

Alena Vondráková působí jako odborná asistentka na Katedře geoinformatiky PřF UP od roku 2013. Předtím zde absolvovala postupně bakalářské, magisterské i doktorské studium. Problematice tyflokartografie se věnuje od roku 2009, kdy byla zapojena do realizace projektu tvorby moderního typu hmatových map. Mezi její další odborné zaměření patří tematická a atlasová kartografie, uživatelské aspekty mapové tvorby a legislativní aspekty v kartografii a geoinformaticce. Je aktivní členkou Výboru České kartografické společnosti, ředitelkou odborné komise pro soutěž Mapa roku a v letech 2015–2019 působila jako vice-chair odborné komise Mezinárodní kartografické asociace *Use, User and Usability Issues*.

Mgr. Radek Barvíř

Radek Barvíř je doktorandem na Katedře geoinformatiky PřF UP. Už v rámci své bakalářské práce se zabýval technologií 3D tisku, kdy testoval možnosti výroby 3D modelů reliéfu a povrchu na tzv. nízkonákladových 3D tiskárnách. V magisterské práci na tuto problematiku navázal a řešil tvorbu hmatových map pro nevidomé. Téma jeho doktorské práce úzce souvisí s grafickou náplní mapy, avšak nadále se aktivně věnuje problematice 3D tisku a tvorbě tyflomap.

RNDr. Jan Brus, Ph.D.

Jan Brus působí jako odborný asistent na Katedře geoinformatiky PřF UP od roku 2013, předtím zde absolvoval doktorské studium. Odborně se zabývá především kvalitou dat a vizualizací nejistoty. Již od roku 2014, kdy byla na katedru pořízena první 3D tiskárna, se také aktivně věnuje problematice 3D tisku. Je vedoucím laboratoře 3DGLORY na Katedře geoinformatiky PřF UP. Je hlavním autorem užitého vzoru *Systém a sada pro přenos signálu z nerovného povrchu trojrozměrné struktury na detektor registrující elektrické impulsy*, který je základem technologie TouchIt3D.



Přírodovědecká
fakulta

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

Vít Voženílek je vedoucím Katedry geoinformatiky PŘF UP, a to nepřetržitě od roku 2001, kdy ji založil. Jeho odborným zaměřením je atlasová a systematická kartografie, tematická kartografie a geoinformatika. Je dlouholetým členem Výboru České kartografické společnosti a od roku 2015 je viceprezidentem Mezinárodní kartografické asociace, kde působil i jako vice-chair odborné komise *Atlases*. Problematice tyflokartografie se věnuje dlouhodobě, byl hlavním řešitelem projektu *Percepce geoprostoru prostřednictvím tyfloby moderního typu* realizovaného na Katedře geoinformatiky PŘF UP v letech 2008–2010.

Ústav speciálněpedagogických studií

Mgr. et Bc. Veronika Růžičková, Ph.D.

Veronika Růžičková působí jako odborná asistentka na Ústavu speciálněpedagogických studií PdF UP. V oblasti vědy a výzkumu se zaměřuje na problematiku osob se zrakovým postižením. V praxi pak působí jako zrakový terapeut při oftalmologické ambulanci a jako instruktor prostorové orientace osob se zrakovým postižením. Je autorkou řady příspěvků z oblasti tyflopédie a obecně speciální pedagogiky se zaměřením na osoby s těžkým zrakovým postižením. Je hlavní řešitelkou projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktile-auditivních prostředků*, v rámci kterého vznikla tato publikace.

Mgr. Kateřina Kroupová, Ph.D.

Kateřina Kroupová je odbornou asistentkou Ústavu speciálněpedagogických studií PdF UP. Výzkumně se orientuje na oblast speciální pedagogiky osob se zrakovým postižením a zabývá se problematikou hmatového vnímání a tyflografiky. Odbornou kvalifikaci doplňuje osobní zkušeností nositele zrakového postižení na úrovni praktické nevidomosti.



**Pedagogická
fakulta**

ČÁST I

TYFLOMAPY

VÝROBNÍ TECHNOLOGIE

TYFLOGRAFIKA

ZNAKY NA TYFLOMAPÁCH

ÚROVNĚ ABSTRAKCE

BRAILLOVO PÍSMO NA MAPÁCH



Názory různých autorů na **podíl informací získávaných zrakem** se liší a uváděné hodnoty se pohybují mezi 60 a 90 % ze všech informací, které člověk běžně vnímá a dostává (Voženílek a kol., 2010). Je zcela zřejmé, že ať už se reálný podíl pohybuje kdekoliv v tomto rozmezí, výpadek zrakového vnímání signifikantně ovlivňuje život člověka. Podle toho, kdy u něj k deficitu zrakového vnímání dojde, může být narušen jak rozvoj osobnosti, tak jeho život ve smyslu samostatnosti, schopnosti vzdělávat se, pracovat apod. I z tohoto důvodu zřejmě v historii byly děti s těžkým zrakovým postižením považovány za nevzdělavatelné a až postupný vývoj vedl ke vzniku speciálních škol se zaměřením na žáky se zrakovým postižením a k rozvoji kompenzačních pomůcek včetně tyflomap.

Podle informací **Světové zdravotnické organizace** (WHO, 2019) žije na světě nejméně miliarda osob se zrakovým postižením, přičemž většina těchto osob je starších než 50 let. Refrakčními vadami trpí přibližně 124 milionů osob, kataraktou 65 milionů osob, zeleným zákalem 7 milionů osob, zákalem rohovky přes 4 miliony osob. Očekává se přitom, že populační růst a stárnutí zvyšují signifikantně riziko, že se podíl osob se zrakovým postižením v populaci bude dále zvyšovat (Bourne a kol., 2017).

O příčinách a prevalenci zrakového postižení v populaci a v České republice budou pojednávat následující kapitoly. Stejně tak budou zmíněny různé pomůcky, které ztrátu vidění do určité míry kompenzují. Mezi takové pomůcky patří i **tyflomapy**. Tyflomapy jsou mapy pro osoby s těžkým zrakovým postižením. Nazývají se hmatové mapy (anglicky *tactile maps*) nebo v asijských zemích *finger maps*. Vzhledem k tomu, že ne všechny hmatové mapy jsou přizpůsobeny osobám se zrakovým postižením, je vhodnější používat spíše pojem „tyflomapy“.

Historický vývoj

Tvorbou hmatových map pro nevidomé a slabozraké uživatele se zabývá speciální odvětví kartografie, tzv. **tyflokartografie**. Tato vědní disciplína se zaměřuje na tvorbu map, plánů, glóbulů a dalších vizualizací prostoru speciálně provedených pro vnímání prostřednictvím hmatu.

Tyflokartografie plní specifickou úlohu ve **vzdělávání** osob s těžkým zrakovým postižením. Významným způsobem ovlivňuje schopnost těchto osob pochopit prostor obecně, stejně jako lokalizaci a vzájemné vztahy různých objektů nebo jevů v prostoru přítomných. Současně ale tyflokartografie musí fungovat jako interdiscip-

MAPA BOSTONU Z ROKU 1830

Mapa vytvořená Stephenem Preston Rugglesem v Massachusetts.

Zdroj: Perkins School for the Blind Archives



linární obor, který využívá poznatků z oboru speciální pedagogiky, didaktiky, ale také z oblasti informačních a materiálových technologií. První dva obory jsou důležité pro správnou volbu metod znázornění a přístupu ke vzdělávání osob s těžkým zrakovým postižením, druhé dva obory úzce souvisejí s možnostmi tvorby 3D hmatových map, přičemž nové a neustále se zdokonalující technologie umožňují stále více forem tvorby map, využití různých materiálů nebo parametrů 3D tisku.

Problematice **hmatové grafiky** byla větší pozornost věnována pravděpodobně od konce 18. století. V roce 1785 Valentin Haüy založil první školu pro žáky se zrakovým postižením na světě, a to v Paříži pod názvem *Institute for Blind Youth in Paris* (Weygand, 2009). V roce 1786 pak představil tiskárnu, která byla schopna tisknout hmatovou grafiku (McGinnity a kol., 2004). Na této škole pak studoval i Louis Braille, jenž vynalezl systém Braillova písma v roce 1824. V roce 1833 byla ve Spojených státech amerických na *Pennsylvania Institute for the Instruction of the Blind* vytištěna první kniha v hmatové grafice. Následovalo rozšíření technologie do celého světa a její postupné zdokonalování (McGinnity a kol., 2004).

Významným milníkem pro tyflokartografii byl **počátek tvorby hmatových map**. Stephen Preston Ruggles, působící na *Perkins School for the Blind* ve Watertown, Massachusetts, v roce 1830 vytvořil hmatovou mapu Bostonu. Vzal běžnou mapu, nalepil ji na dřevěnou desku a postupně vyřezal ulice, budovy apod. (Giarno, 2017).

Rok 1830 proto může být považován za **počátek moderní tyflokartografie**. Následoval vznik hmatového glóbu se znázorněním zemí, řek a měst v roce 1837, na fotografii z roku 1893 žáci na Perkinsově škole skládají státy USA do mapy (Perkins School for the Blind Archives). Ukázky hmatových map je možné najít na různých místech světa, vytvořené na papíře, ručními výšivkami nebo kolážemi, tvorbou ze dřeva a mnoha dalších materiálů.

Výzkum tyflomap

Na našem území se problematice hmatových map věnoval **prof. Ján Jesenský** (1931–2009), jenž je autorem řady publikací. Mezi nejvýznamnější patří *Poznávací význam tyflografiky* (1970) a *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky* (1988). Právě v publikaci z roku 1988 Jesenský v kapitole Mapa, plán a tyflografika uvádí vůbec první vymezení tyflokartografie, se kterým se v české literatuře lze setkat. Na jeho práci pak navazují další autoři, například Ludíková (1988), Červenka (1999), Keblová (1999), Růžičková (2007) a další.

Ačkoliv se jedná o publikaci starou více než čtyři desítky let, je dodnes **základní literaturou** pro vzdělávání osob se zrakovým postižením prostřednictvím haptizace (proces, který umožňuje ztvárnění informací tak, aby byly vnímatelné hmatem).

Je také dodnes nejvíce citovanou odbornou literaturou pro oblast speciální pedagogiky se zaměřením na tyflopeditii. A nejenom je tomu i v oblasti tyflokartografie. Existuje sice řada moderních projektů nebo aktivit, které se tyflografikou či tyflokartografií zabývají, v žádném z těchto případů se však nejedná o výzkum, který by se svým rozsahem přibližoval práci prof. Jesenského.

Jesenský (1988) uvádí, že **tyflokartografická produkce** by měla zahrnovat všechna kartografická díla, která mají bezprostřední vztah k všeobecnému vzdělání, s tím, že „*k vydávání jiných kartografických děl se bude zřejmě přistupovat pouze výjimečně*“. Současně uvádí, že mapy (plány) pro využití v prostorové orientaci a při samostatném pohybu tvoří samostatnou oblast, které je potřeba věnovat pozornost.

Této pozornosti se dostává v **oblasti tyflografiky a tyflopedagogiky** především na pedagogických, případně přírodovědeckých fakultách českých univerzit. V případě autorského kolektivu této publikace jde o pracovníky Ústavu speciálněpedagogických studií Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

V oblasti tyflokartografie se také jedná většinou o **univerzitní pracoviště**. Velmi pěkným příkladem je **Středisko Teiresiás**, celým názvem *Středisko pro pomoc studentům se specifickými nároky*, které zřídila Masarykova univerzita v Brně v roce 2000. Jeho úkolem je zajišťovat, aby studijní obory akreditované na univerzitě byly v největší možné míře přístupné také studentům nevidomým a slabozrakým, neslyšícím a nedoslýchavým, s pohybovým handicapem, případně jinak postiženým, přičemž ale nejvíce aktivit směřuje právě do oblasti (celoživotního) vzdělávání osob se zrakovým postižením (MUNI, 2020). Druhým příkladem je *Středisko pro podporu studentů se specifickými potřebami ELSA* Českého vysokého učení technického v Praze, které se společně se Střediskem Teiresiás podílelo na vzniku projektu **Haptické mapy**. Jedná se o webové rozhraní umožňující automatické generování kartografických podkladů vhodných pro výrobu hmatových map s využitím dat společnosti Seznam.cz, která službu provozuje ve své internetové doméně Mapy.cz (Hapticke.Mapy.cz, 2020).

V **mezinárodním měřítku** je problematice tyflokartografie věnována pozornost především v odborné kartografické komunitě. Mezinárodní kartografická asociace (International Cartographic Association) v roce 1984 ustavila odbornou komisi *Blinds and visually impaired*, která později změnila název na aktuální *Commission on Maps and Graphics for Blind and Partially Sighted People*. Hlavním cílem této komise je šířit informace o tyflokartografii v členských zemích Mezinárodní kartografické asociace prostřednictvím publikací, společných setkání, seminářů a informací na webových stránkách, dále koordinovat činnosti se spolupracujícími komisemi, vytvářet společné aktivity za účelem sdílení zkušeností a zvyšování znalostí v oblasti multisenzoriálního působení, pokračovat v šíření osvěty v rozvojových zemích a podporovat různé organizace a sdružení, které jsou v oblasti tyflokartografie nebo vzdělávání osob se

KOMISE MEZINÁRODNÍ KARTOGRAFICKÉ ASOCIACE

Speciální odborná komise se zaměřením na mapy pro osoby s těžkým zrakovým postižením byla ustavena už v roce 1984.

Zdroj: www.icaci.org



**MAPY PODLE OBSAHU
V TRADIČNÍ KARTOGRAFII**
Dělení map podle obsahu v tradiční kartografii zahrnuje čtyři základní typy: **topografické mapy** znázorňují základní polohopis a výškopis a jsou ve velkých měřítkách již od 1 : 10 000, **mapy obecně geografické** jsou na opačné straně měřítkové řady a jejich cílem je prezentovat základní údaje o území, **mapy tematické** prezentují jedno či více témat z oblasti fyzické nebo socioekonomické geografie a **katastrální mapy** obsahují informace o pozemcích a číslech parcel a jsou v nejpodrobnějším měřítku od 1 : 1 000.
(upraveno podle Voženilka, Kaňoka a kol., 2012)

zrakovým postižením aktivní (upraveno podle ICA Commissions, 2020). Příkladem takové aktivity může být workshop *Cartography for Specific Users* na Mezinárodní kartografické konferenci v Tokiu v roce 2019. Zde byly prezentovány mapy vytvořené autorským kolektivem této publikace (více informací v kapitole *O projektu*).

Výsledky výzkumu a potřeby cílové skupiny uživatelů se projevují v **obsahu map**. Bohužel však ekonomické důvody vedou k tomu, že produkce tyflogmap stále nedosahuje takové kvality a především kvantity, jak by bylo potřeba. **Nabídka hmatových map je i přes současné technologické možnosti poměrně omezená**, což bylo zjištěno při realizaci výzkumu na Univerzitě Palackého v Olomouci v uplynulých letech, a to při spolupráci se školami pro žáky se zrakovým postižením i při uživatelském testování v organizacích, které se věnují vzdělávání a péči o osoby s těžkým zrakovým postižením. I to je důvod, proč je nutné se tyflokartografií aktivně věnovat.

Dělení tyflogmap

Neexistuje **jednotná klasifikace tyflogmap**, která by vycházela z mezinárodních standardů nebo mezinárodně platných pravidel. Někteří autoři uvádějí dělení na základě vybraných parametrů, případně navrhují své vlastní. Obecně lze ale dělení tyflogmap odvodit z tradičního kartografického pojetí.

Jesenský (1988) uvádí, že „podle obsahu budou v mapách pro zrakově postižené převládat mapy všeobecně zeměpisné povahy, hlavně mapy přehledné, v daleko menší míře než mapy topografické“. Upozorňuje přitom, že vzhledem k měřítku pro rozpoznání jednotlivých tvarů bude potřeba mapy větších území rozdělit do více mapových listů, čímž budou vznikat tyflokartografické atlasy. S odkazem na zahraniční autory (například Gill, 1974) pak předpokládal, že budou vytvářeny i tematické mapy zahrnující fyzickogeografická i socioekonomická témata. Z hlediska účelu mapy uváděl, že v produkci budou převládat mapy pro školy, veřejnou osvětu a kulturu a částečně také pro turistiku. Největší prostor pro využití ale vnímal v oblasti prostorové orientace pro samostatný pohyb (Jesenský, 1988).

Podle obsahu se mapy běžně dělí na mapy topografické, obecně geografické, tematické a katastrální (viz marginálie). V tyflokartografii lze mapy podle obsahu dělit na **topografické (lokalizační)** a **tematické**. Topografické mapy mají za úkol prezentovat základní rozmístění prvků v prostoru a pochopit vzájemné vztahy vyplývající z jejich lokalizace. V mapách je zpravidla znázorněn jednoduchý polohopis a případně jednoduchý popis. Příkladem mohou být haptické mapy od společnosti Seznam.cz nebo tyflografické atlasy prezentující jednotlivé kontinenty, státy a regiony z hlediska jejich prostorového uspořádání.

Podle **rozsahu zobrazeného území** se mapy běžně dělí na mapy světa, mapy zem-

ských polokoulí, mapy kontinentů (moří a oceánů) a mapy regionů. V tyflokartografii se také lze setkat s prezentací celého světa, a to jak v podobě map, tak v podobě 3D glóbulů. **Tyflomapy světa** často prezentují globální témata, jako jsou klimatické pásy nebo oceánské proudění. **Tyflomapy kontinentů** jsou zpravidla pouze ve velmi zjednodušené podobě a spíše se jedná o sérii map (mapových listů), které zobrazují menší části území z důvodu vypovídající schopnosti generalizovaných administrativních členění apod. Příkladem jsou existující atlasy na termovakuových fóliích, které prezentují dílčí státy. Samostatně se tedy jedná o **tyflomapy regionů**. V takových mapách mohou být představeny celé státy nebo například jen region, jako je Olomoucký kraj, region Haná apod. Z hlediska rozsahu zobrazovaného území pak má v tyflokartografii zvláštní postavení **tyflomapa / plán velmi malého území**. Tyto tyflomapy jsou velmi důležité pro prezentaci prostoru, ve kterém se osoba s těžkým zrakovým postižením pohybuje, a jsou nezbytnou součástí tréninku samostatného pohybu.

Podle účelu se v tradiční kartografii vymezuje mnoho dílčích podkategorií map. Například mapy pro územní plánování, mapy pro dopravu, mapy pro sport, mapy pro meteorologii apod. Každá z těchto podkategorií se pak může členit dále. Například mapy pro státní správu se dále dělí na státní mapová díla, mapy katastrální, technicko-hospodářské a další. Mapy pro sport se dělí na mapy pro orientační běh, mapy vodácké, lyžařské, turistické, cykloturistické, lezecké apod. Z hlediska tyflokartografie však nemá příliš význam vytvářet tolik podkategorií vzhledem k tomu, že množství těchto map je velmi omezené. Základní podkategorií proto budou **tyflomapy pro výuku**, které zahrnují tyflomapy malých i velkých měřítek, prezentující fyzickogeografické charakteristiky i socioekonomická témata, **tyflomapy pro orientaci**, které zahrnují různé plány měst a plány velmi malých území, a **tyflomapy ostatní**, kam budou patřit například propagační nebo jiné jednoúčelové mapy.

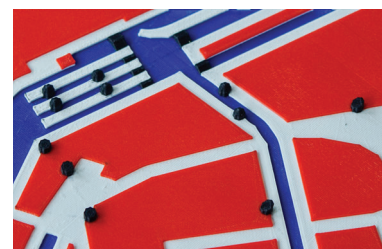
Podle měřítka se mapy dělí na mapy malého měřítka, které jsou určeny pro znázornění velkých území, například celého světa, a to v měřítkách větších než 1 : 1 000 000. Mapy středního měřítka pak znázorňují většinou regiony v rozsahu měřítek 1 : 200 000 až 1 : 1 000 000. Mapy velkého měřítka jsou pod 1 : 200 000. V případě tyflokartografie však i mapy tzv. středních měřítek vykazují značnou úroveň generalizace a naopak je potřeba vymezit zvláště **tyflomapy / plány velmi velkého měřítka**, které jsou používány pro prezentaci prostoru, ve kterém se osoby s těžkým zrakovým postižením pohybují a v němž například nacvičují samostatný pohyb. Ostatní mapy mají v podstatě stejný účel, a to prezentovat v určité míře podrobnosti jiná témata.

Podle **způsobu vzniku** se mapy v tradičním pojetí dělí na mapy původní, vzniklé na podkladu přímého mapování, a mapy odvozené. V tyflokartografii se v naprosté většině případů jedná o **tyflomapy odvozené**, nicméně vzhledem ke specifickým

PLÁNY

Pro orientaci v nejbližším prostoru kolem sebe, případně pro nácvik samostatného pohybu osob s těžkým zrakovým postižením jsou používány mapy velmi malých území. Správné označení těchto map je „plány“. Plán je většinou v měřítku menším než 1 : 5 000 a jednoduše lze říci, že u takto malého území se zanedbává zakřivení Země. V praxi je však i pro tyto plány používáno označení „tyflomapa“.

Foto: David Motlíček



JESENSKÝ, J. *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988.

KEBLOVÁ, A. *Hmat u zrakově postižených*. Praha: Septima, 1999. ISBN 80-7216-085-0.

LUDÍKOVÁ, L. *Tyflopedie I*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1988.

McGINNITY, B. L., SEYMOUR-FORD, J., ANDRIES, K. J. *Books for the Blind*. Perkins History Museum, Perkins School for the Blind, Watertown, MA, 2004.

MUNI – Masarykova univerzita. Teiresiás – Středisko pro pomoc studentům se specifickými nároky, 2020. [online] Dostupné z: <https://www.teiresias.muni.cz/>

Perkins School for the Blind Archives. Perkins School for the Blind, 2020. [online] Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/perkinsarchive/albums/72157658605773326/page2>

RŮŽIČKOVÁ, V. a kol. *Speciální pedagogika osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1857-5.

WEYGAND, Z. *The Blind in French Society From the Middle Ages to the Century of Louis Braille*. Translated by Emily-Jane Cohen. Stanford, California: Stanford University Press, 2009. ISBN 9780804757683.

WHO – World Health Organization. Blindness and vision impairment, 2019. [online] Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol. *Metody tematické kartografie: Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2790-4.



TYFLOATLASY

Většina tyfloatlasů používaných v České republice kombinuje termovakuové plastové fólie a strany s výkladem tištěným na braillovských tiskárnách.

Foto: Radek Barvíř

OBRAZEM

Tvorba tyflomap sahá **daleko do historie**. Dá se předpokládat, že tak, jak vznikaly různé rytiny a mapy se vyskytovaly na hliněných destičkách, vyryté do kostí apod., mohly být využívány i v pravěku a starověku. V průběhu 19. století pak začaly vznikat moderní hmatové mapy, které byly aktivně využívány při vzdělávání žáků s těžkým zrakovým postižením na v té době nově vznikajících speciálně zaměřených základních školách, později se díky technologickému pokroku hmatové grafiky, a tedy i tyflomapy vyráběly ve větším nákladu a byly dostupné čím dál větší skupině cílových uživatelů. Odborný **výzkum v oblasti tyflomap** je zaměřen na jejich obsah, úroveň generalizace, technologické zpracování a výrobu i na jejich používání a související tyflodidaktické postupy.



3D RELIÉFNÍ MAPA

Topografická 3D mapa White Mountains, která byla určena pro běžně vidící populaci, ale díky 3D provedení byla používána i pro vzdělávání žáků se zrakovým postižením.

Zdroj: Perkins School for the Blind Archives



HMATOVÝ GLÓBUS

Velký Perkinsonův glóbus na Perkinsonově škole pro nevidomé, vyfoceno v roce 1900.

Zdroj: Perkins School for the Blind Archives



TYFLOMAPA NA LÁTCE

Mapa Jižní Ameriky s použitím různých velikostí špendlíků, studentská práce přibližně z roku 1900.

Zdroj: Perkins School for the Blind Archives

TYFLOMAPY



VÝUKA GEOGRAFIE

Fotografie z hodiny geografie na Elm Lodge Residential School pro dívky se zrakovým postižením z roku 1908.

Zdroj: London Metropolitan Archives

↙ SKLÁDAČKA Z JEDNOTLIVÝCH STÁTŮ

Již od samého počátku tyflokartografie jsou velmi oblíbenou pomůckou různé skládačky, kde je území složeno z jednotlivých dílků, například samostatné státy USA na mapě Severní Ameriky.

Zdroj: Perkins School for the Blind Archives

RŮZNĚ ORIENTOVANÉ TEXTURY

Mapa s rozdílnou texturovou výplní s ohraničujícími linií znázorňující hranice jednotlivých států z roku 1910.

Zdroj: Perkins School for the Blind Archives





MODERNÍ TYFLOMAPY

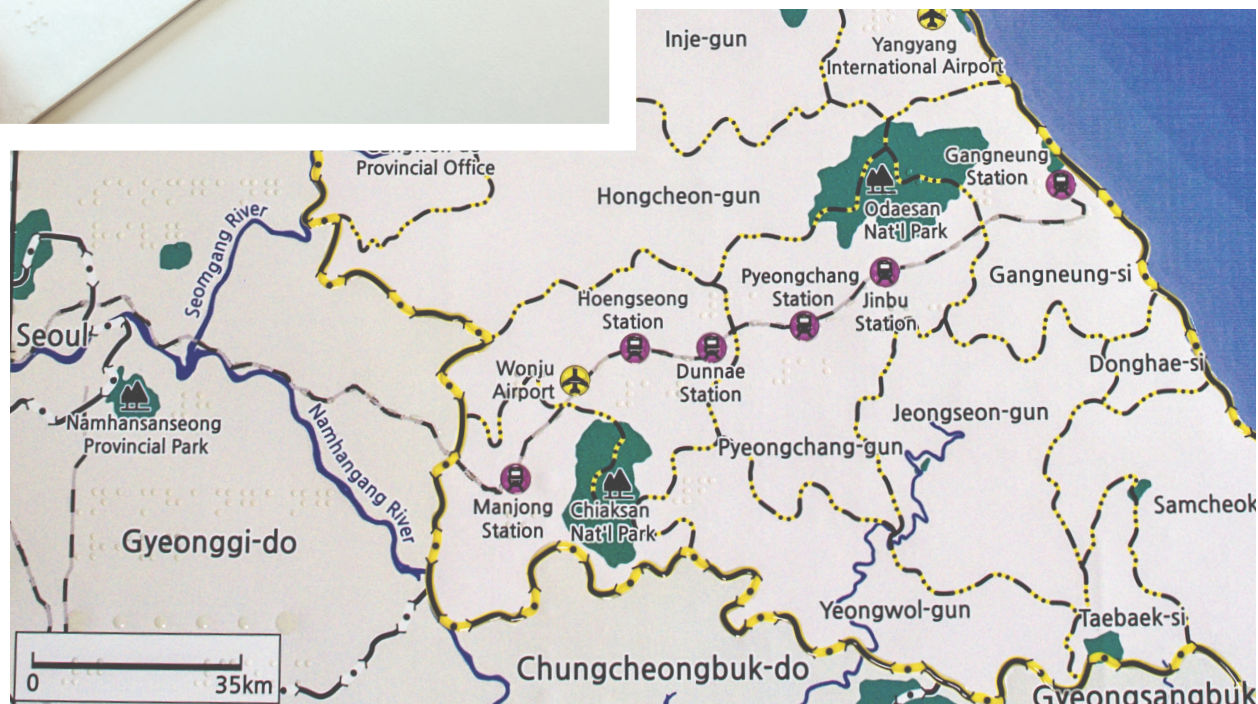
S rozvojem technologií přibývaly možnosti sériové výroby tyflových map. Různé technologie tisku jsou představeny v další kapitole. Jednou z technologií je kombinace sádrového prášku a pojiva použitá na mapě nezaměstnanosti v krajích České republiky z roku 2010.

Foto: Viktor Čáp

HAPTICKÝ ATLAS

Na Mezinárodní kartografické konferenci v Tokiu v roce 2019 prezentovali kartografové nově vytvořený atlas, který je určen pro normálně vidící žáky i pro žáky s těžkým zrakovým postižením. 3D hmatné prvky jsou vytvořeny „neviditelnou“ vrstvou hmoty.

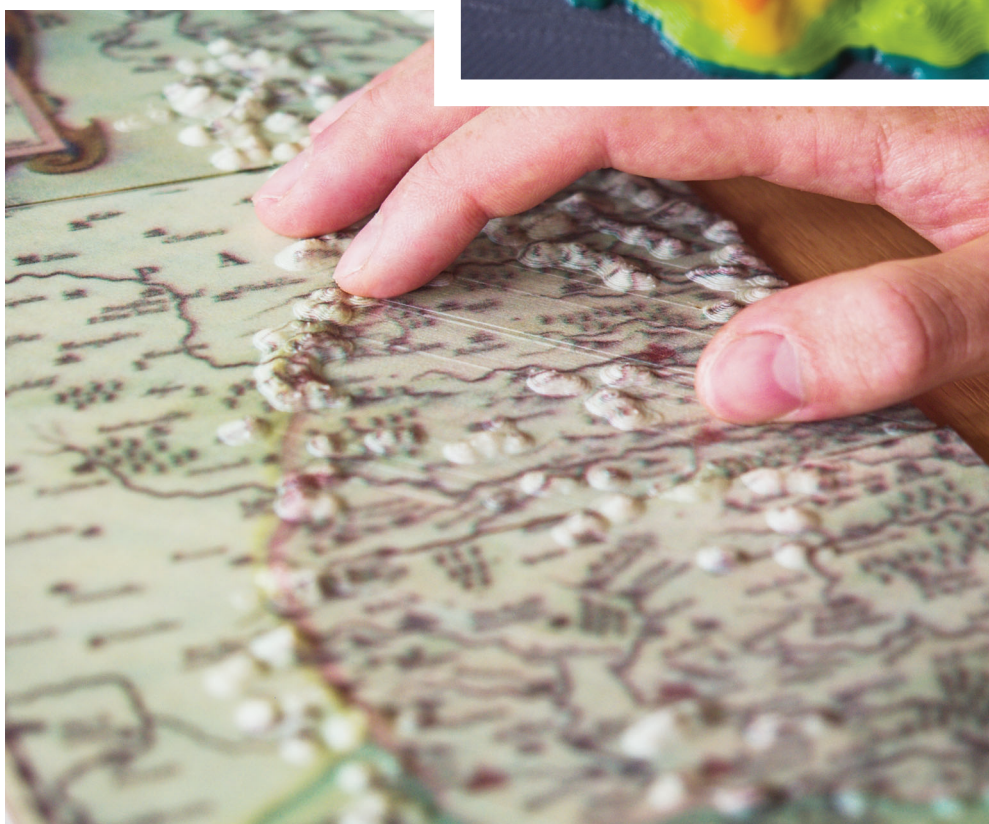
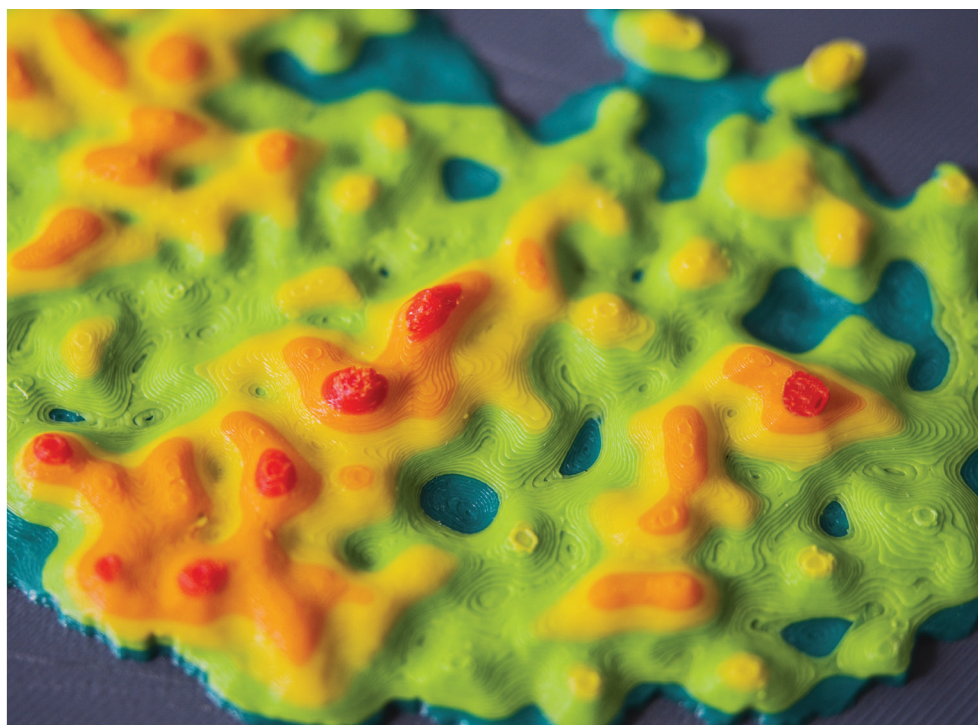
Foto: David Motlíček



SOCIOEKONOMICKÁ TÉMATA

Prof. Jesenský, slovenský speciální pedagog a tyfoped, předpokládal tvorbu tyfomap pro prezentaci témat z oblasti fyzické geografie i pro socioekonomická témata.

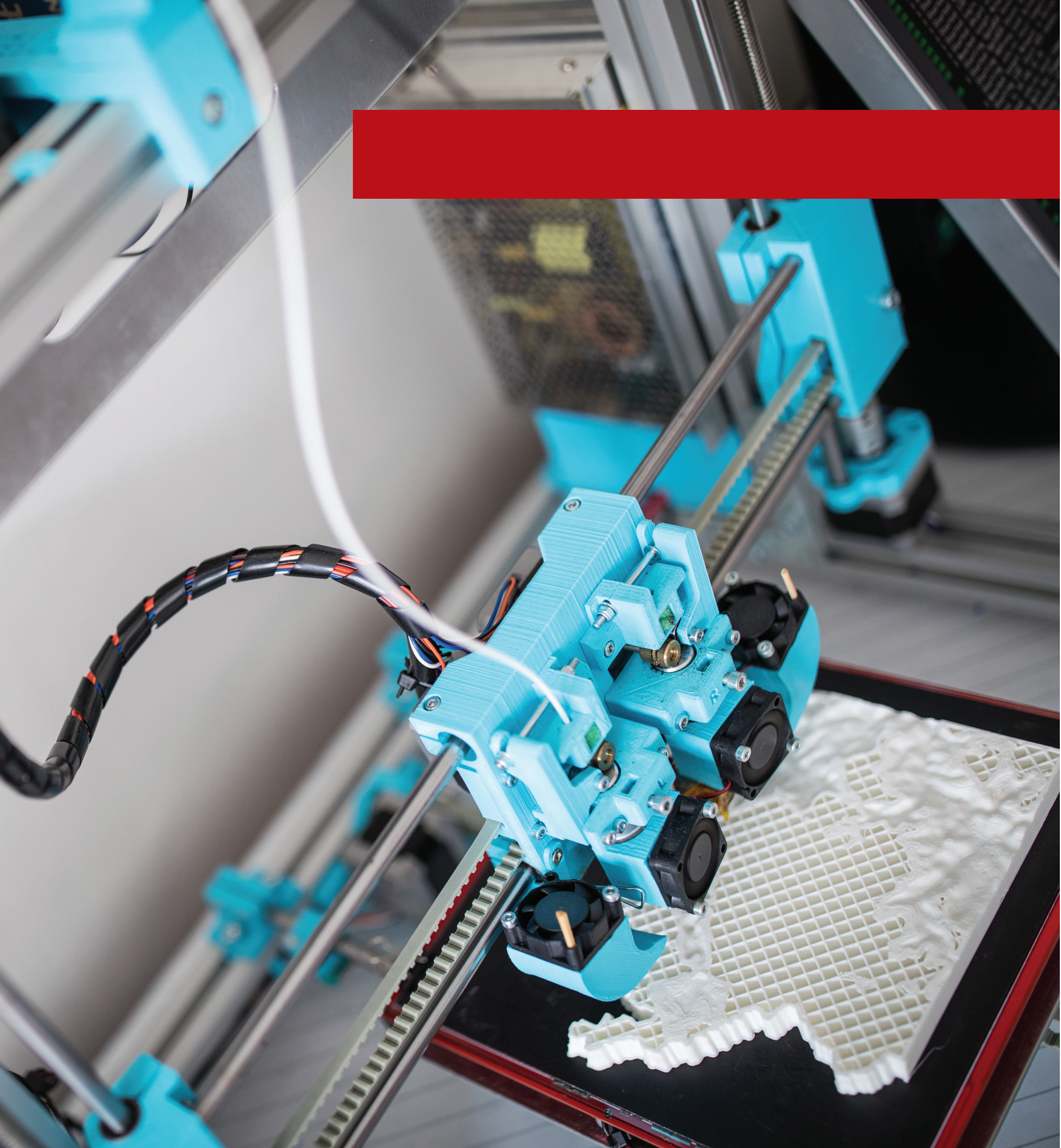
Foto: David Motlíček



3D VIZUALIZACE STARÝCH MAP

Pro Muzeum Komenského v Přerově připravila Katedra geoinformatiky PřF UP speciální 3D mapu, která byla modelována na podkladu Komenského mapy Moravy.

Foto: David Motlíček



Tyflomapy, stejně jako jiné kartografické produkty, dosahují různé **kvality**, která kromě znalostí kartografa závisí na technologiích, jež jsou pro jejich výrobu použité. Setkat se proto lze s primitivními reliéfními prostorovými vizualizacemi i s kvalitními moderními hmatovými mapami, které využívají pokročilých technologií jak při samotné tvorbě, tak i při funkcionalitě tyflomap.

Způsoby výroby lze v základu dělit na **manuální** a **strojové techniky**, kdy oba způsoby nacházejí v praxi své uplatnění. Zatímco manuální techniky dokážou mapu snadno personalizovat pro konkrétního uživatele, strojové techniky naopak umožní i výrobu totožných kopií, jež jsou vzájemně srovnatelné a standardizované.

Manuální výroba tyflomap

Jedním z nejjednodušších způsobů sdělení prostorového rozložení je technika tzv. **kresby na dlaň**. Jde současně o historicky nejstarší způsob pro vyjádření směrových a polohových vztahů osobám s těžkým zrakovým postižením (Voženílek a kol., 2010). Osoba sdělující informaci při ní pomocí prstu „kreslí“ prostorové uspořádání na dlaň či ruku „čtenáře mapy“ a současně ústně popisuje význam zakreslovaných značek. Výhodou je bezprostřední interakce s uživatelem, který má možnost okamžitě říci, zda sdělované informace rozumí. Nevýhodou je netrvalost zakreslu, který je uchován pouze v paměti čtenáře, tedy bez možnosti opakovaného ověření informací z mapy.

Hmatné, ale pouze **dočasné jednoduché mapy** jsou vytvářeny pomocí běžně dostupných materiálů. Již v předškolním věku se děti trpící těžkým zrakovým postižením učí číst tyflografické obrázky, které rovněž mohou samy vyrábět. Pro tyto účely se používá modelování v navlhčeném písku, pomocí plastelíny, moduritu nebo i hlíny (Keblová, 1998). Asistent v takovém případě bere dítě za ruku a učí jej lehkým přejížděním po povrchu předmětu chápat podstatu znázorněné grafiky.

Dalším způsobem tvorby jednoduchých hmatových plánů je jejich **výroba z různých běžně dostupných materiálů**, například pomocí provázků, drátů, korálků, knoflíků apod. Tímto způsobem jsou pro osoby s těžkým zrakovým postižením často upravovány i běžné mapy, například doplněním popisků na běžnou plastickou mapu. Takové mapy jsou jedinečné, ale postrádají propracovanou koncepci z hlediska dostupnosti pro větší množství uživatelů. Přesto jde kvůli omezené dostupnosti pokročilejších technologií v domácím prostředí o velmi oblíbený a často praktikovaný způsob reliéfní vizualizace.

HMATOVÉ MAPY TECHNOLOGIÍ 3D TISKU

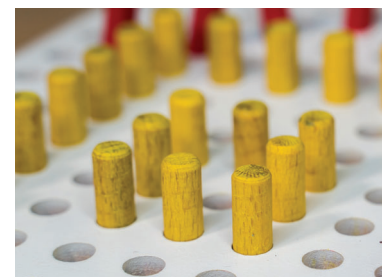
Publikace prof. Voženílka a kolektivu autorů z Katedry geoinformatiky PřF UP a Ústavu speciálněpedagogických studií PdF UP, která shrnuje výzkum hmatových map v letech 2008–2010, je jednou z mála monografií v České republice věnujících se praktické tvorbě tyflomap.

– VOŽENÍLEK, V. a kol. **Hmatové mapy technologií 3D tisku**. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2697-6.

KOLÍČKOVÁ KRESLENKA

Pro manuální vytváření grafiky se používá například kolíčková kreslenka, která se po použití rozebere a použije opětovně pro znázornění jiných informací.

Foto: Jakub Čermák



MAPY Z (NE)ODOLNÝCH MATERIÁLŮ

Odolnost je jedna z nejdůležitějších vlastností tyflomap, protože výrazně ovlivňuje možné způsoby práce s mapou. Manuálně vytvářené mapy jsou často vyrobeny metodami, které nezaručují jejich odolnost a dlouhověkost.

Například papírenské produkty jsou zcela nevhodné pro outdoorové využití, což je u map pro nácvik samostatného pohybu důležité.

ŠITÉ MAPY

Emily Fischer je architektka a designérka působící v New Yorku, která vytváří vyšíváné mapy (deky, obrazy) na základě digitálních mapových podkladů.

Zdroj: www.inhabitat.com



K výrobě tyflomap lze využít také **speciální papírenské produkty** (Gardinier a kol., 1996). Jedná se o techniku ruční kresby na slepecký papír. Samotný list papíru s vysokým obsahem celulózy určený primárně k tisku Braillova písma je přitom cenově dostupný, a proto se stal jedním z nejpoužívanějších materiálů pro základ hmatových zákresů. Při zákresu se využívá speciálních rýsovacích dlát a rádel, čímž lze docílit zachycení podrobných struktur.

Další alternativou může být **využití rychleschnoucích hustých barev**, jež je možné koupit v běžné prodejně sítí jako výtvarné potřeby. Přesnost zákresu závisí na schopnostech tvůrce, nicméně i tak se tento princip často využívá při výuce osob se zrakovým postižením a nácviku prostorové orientace. Barvy je možné dle jejich typu vytvrdit pomocí světla či tepla.

Poměrně náročným, ale stále ještě využívaným způsobem je vytváření tyflomap technikou **ruční vyšívky**. Jedná se o vzor vyšíváný zpravidla na silné plátno, kterým je polepena kartonová deska o požadovaných rozměrech. Využívá se často k jednodušším schematickým zobrazením, jelikož zhotovení složitých struktur je velmi obtížně realizovatelné. Problematické je také přesné vyčtení informace z mapy.

Mezi **další ručně vytvářené mapy** patří různé vyřezávané mapy ze dřeva, mapy modelované ze sádry, mapy vytvářené ručním gravírováním k tomu vhodných materiálů apod. Především se zvyšující se cenovou dostupností různých nástrojů a materiálů tyto mapy přestávají být raritní a je možné se s nimi setkat běžně. Většinou takové mapy vznikají na zakázku a příkladem mohou být různé hmatné plány vytvářené pro památkové objekty nebo infocentra. Jednoznačným trendem je v takových případech přechod ke strojové výrobě tyflomap.

Strojová výroba tyflomap

Strojové techniky výroby tyflomap obvykle vycházejí z principu manuálních technik, kde se pouze **automatizují procesy**. Typickým příkladem je zmíněná strojní vyšívka realizovaná tentokrát vyšívacím automatem napojeným na počítač. U malosériové výroby jsou náklady na výrobu tyflomap touto technikou vysoké, ovšem kvalita a rychlost provedení jsou na vyšší úrovni ve srovnání s ruční tvorbou. Velkou tradici mají vyšíváné tyflomapy v Polsku (Voženílek a kol., 2010).

Pro výrobu tyflomap lze využít **brailské tiskárny**, určené primárně pro znázornění písma, avšak v jejich modernějším pojetí však i pro znázornění jednoduché grafiky. „Vytečkovat“ je možné pouze jednodušší schémata či geometrické plány s jednou výškovou úrovní odlišenou od pozadí (Červenka, 1999). Do mapy lze zároveň velmi snadno zakomponovat i popis Braillovým písmem. Brailské tiskárny mají možnost tisku jednostranně i oboustranně, tisknou na traktový nebo speciálně upravený papír. Cenově dostupnou a často využívanou technologií je pak **fuzér**, který zpro-

středkovává výrobu reliéfních obrázků a map na speciální vzpěňovací papír. Jedná se o technologii využívající UV záření. Černotisková struktura je po UV osvětlení, který černě vytištěná místa zahřeje, vystouplá, čímž umožňuje zrakově postiženým vnímat obrázek a získat prostorovou představu.

Velké oblíbenosti se dostává technika tlačením, kterou lze aplikovat na množství materiálů (papír, plast, kov). V případě **tlačení kartonu** je principem tuhnutí ještě vlhkého materiálu pod vysokým tlakem na kovové formě, která určuje tvar výsledného produktu. Nejvyšší náklady spočívají u této techniky ve zhotovení matrice, které se v současnosti realizuje strojově. Reliéfní kartonové plány byly využívány již koncem 19. století a dodnes mají velkou tradici v zemích západní Evropy.

Alternativou je **tlačení plastu**, které je bezpochyby jednou z klíčových metod kombinujících dostatečnou odolnost výsledného výrobku a nízké náklady na větší série hmatových map. Při výrobě není nutné dosáhnout tak vysokého tlaku jako při tlačením kartonu a lze zachytit i detailní struktury, například v podobě Braillova písma. Princip termovakuového tisku spočívá v připevnění fólie do rámu, fólie se nahřeje na formovací teplotu, otiskne se do ní tvar formy tím, že vzduch mezi formou a fólií je odsán a fólie s požadovaným tvarem je následně zchlazena. Vzniklá plastová mapa po ochladnutí drží tvar a je současně lehká a dostatečně hladká pro snadné čtení. V případě použití samotné fólie dochází k výrobě jednobarevné mapy (často se lze setkat s hnědými nebo bílými fóliemi), případně lze pod fólii osadit barevný podklad, čímž se vytvoří barevná mapa umožňující lepší percepci pro osoby se zbytkovým zrakem (Zumrová, 2011). S rozvojem nízkonákladového 3D tisku již není takovým problémem finanční nákladnost frézované matrice, protože i jednoduché tisky z vhodného materiálu je možné po úpravách jako formu využít.

Po použití v exteriéru a na exponovaných místech se upřednostňuje **technika tlačením kovu**. Plastová fólie je zde nahrazena plechem, který nepodléhá korozi. Požadavky na matrici a výrobní náklady jsou vyšší oproti předchozím materiálům, trvalost a odolnost vzniklé tyflomapy proti vandalismu je však nesrovnatelně vyšší. Často se pak nejedná pouze o jednoduché hmatové mapy znázorňující například půdorys objektu nebo oblasti, ale také o 3D modely měst apod. Tyto hmatové mapy bývají kombinovány s textovými informacemi či dalšími nákresey.

Technologie 3D tisku

Pojmem 3D tisk se označují **metody aditivní výroby** (additive manufacturing) fyzického 3D modelu z dat ve formě modelu digitálního. Na trhu dnes existuje nepřehledné množství technologií, které se pod 3D tisk zařazují. Některé pak nevyužívají jen aditivní postup výroby, ale kombinují ho se **subtraktivním přístupem** typickým jinak spíše pro konvenční výrobní procesy, jako je například frézování. Za historicky nejstarší technologii, a tedy i počátek 3D tisku je označována technologie stereolitografie patentovaná v roce 1986 (Thayer, 1986). Velký rozmach především stolního

NÁKLADY NA VÝROBU TYFLOMAP

Technika tlačeného plastu je vhodná pro vysokonákladové tisky. Výroba tiskové matrice pro jednu mapu může stát například 50 000 Kč, cena plastové fólie je minimální. Při vysokém nákladu, kam se cena matrice rozpočítá, je pak cena jedné mapy nízká. Při tvorbě jedné mapy ovšem extrémně vysoká.

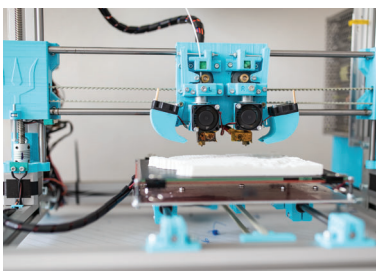
Foto: Jakub Čermák



TECHNOLOGIE VYTLAČOVÁNÍ PLASTU

Dostupné 3D tiskárny založené na technologii Fused Filament Fabrication (FFF) jsou nyní stále častěji využívány školami se zaměřením na žáky se zrakovým postižením. Tato technologie je rovněž využita ve výzkumu a při tvorbě map, které jsou představeny v následujících kapitolách.

Foto: Viktor Čáp



3D tisku se objevil v posledním desetiletí, kdy se po vypršení patentů trh otevřel komunitě a open source řešením. V současnosti díky tomu lze najít desítky specifických výrobních procesů a jejich označení, které lze pod 3D tisk zahrnout. Uvedený abecedně řazený seznam uvádí soupis nejznámějších technologií včetně zkratk, které se pro ně ustálily:

ADAM – Atomic Diffusion Additive Manufacturing

BJ – Binder Jetting

CFF – Continuous Filament Fabrication

DED – Direct Energy Deposition

DLP – Digital Light Processing

DLS – Digital Light Synthesis

DMLS – Direct Metal Laser Sintering

EBM – Electron Beam Melting

FDM – Fused Deposition Modeling

FFF – Fused Filament Fabrication

IJ – InkJet

LDA – Nozzle-based Method Laser Deposit Welding with Wire

LMF – Laser Metal Fusion

LOM – Laminated Object Manufacturing

LPA – Nozzle-based Method Laser Deposit Welding with Powder

LPBF – Laser Powered Bed Fusion

LPM – Layered Powder Metallurgy

MJP – Multi Jet Printing

PBF – Powder Bed Fusion

POLYJET MATRIX

Rapid Freeze Prototyping

SLA – Stereolithography Apparatus

SLS – Selective Laser Sintering

SLM – Selective Laser Melting

SHS – Selective Heat Sintering

Pro přehlednost je možné technologie 3D tisku rozdělit do čtyř kategorií:

Vytvrzování tekutého materiálu UV světlem nebo jiným energetickým zdrojem, kam patří právě stereolitografie nebo tzv. polyjetové technologie, obvykle dosahující vysoké přesnosti, při které není prakticky zřetelné vrstvení. V oblasti výroby tyflomap tak technologie tohoto typu dokážou zajistit dostatečně hladké hrany a vytvoření detailních reliéfních struktur a šrafování. Nevýhodou je však nízká časová stálost materiálu a často také jeho nízká pevnost v porovnání s jinými běžnějšími technologiemi. 3D tiskárny založené na vytvrzování fotopolymeru či pryskyřice rovněž nejsou zdaleka tak rozšířené a jejich běžná pořizovací cena je řádově vyšší. Na druhou stranu stereolitografickou tiskárnu s cenou v řádu nižších desítek tisíc korun pod názvem Prusa SL1 již představil i známý průkopník 3D tisku Josef Průša (Průša, 2018).

Nejrozšířenějším principem zůstává **tavení plastu** a jeho vytlačování tiskovou hlavou, kam spadají například technologie FDM (Fused Deposition Modeling) a FFF (Fused Filament Fabrication). U nich jde o tavení plastové struny (označované jako filament) v tiskové hlavě (extruderu) tiskárny, z níž je materiál skrze trysku nanášen vrstvu po vrstvě na tiskovou podložku. Tiskárny technologie FFF lze pořídit, případně sestavit, za cenu v řádu jednotek tisíc korun. Levný a dobře dostupný je také materiál nabízený řadou firem. Existují i 3D tiskárny, které nedisponují pouze jedním extruderem, ale jsou vybaveny vyšším počtem (typicky dvěma). Tím vzniká možnost výroby 3D modelů z více typů plastového materiálu, kombinování více barev či je možné vyhradit jeden extruder pro tzv. modelovací materiál a druhý pro tvorbu rozpustitelných podpor (vhodné pro složitější a převislé tvary). Vytvořené modely, byť záleží na použitém materiálu, orientaci dílu při výrobě a nastavení parametrů tisku, dosahují srovnatelné odolnosti, jako by byly vyrobeny z daného materiálu konvenčními technologiemi. Na modelech je však více či méně (v závislosti na výšce použité vrstvy a tloušťce trysky) patrné rozlišení jednotlivých vrstev z procesu výroby.

Třetí kategorií je **spékání či spojování prášku laserem či lepidlovou směsí**. Sem spadá technologie SLS (Selective Laser Sintering), při které je možné z kovového prášku vytvořit 3D model například z oceli, hliníku či titanu. Na výsledném výrobku není stejně jako u vytvrzovacích technologií okem rozeznatelné rozlišení jednotlivých vrstev materiálu. Vlastnosti výtvarů jsou značně ovlivněny specifiky konkrétního výrobního systému a použitého materiálu. U nekovových metod využívajících pro spojování prášku lepidlo jsou modely křehké v porovnání s FFF technologií. Volbou příměsí lze ale docílit obarvení různých částí modelu, což se v případě výroby tyflomap také využívá (Gual-Ortí a kol., 2015).

Poslední skupina zahrnuje **ořezávání jednotlivých vrstev**, čímž se řadí na pomezí aditivní a subtraktivní výroby. Příkladem konkrétní technologie je LOM (Laminated Object Manufacturing) pro výrobu plnobarevných modelů z listů kancelářského

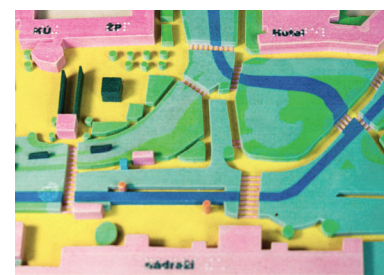
ROZDÍL MEZI FFF A FDM

Zkratky FFF a FDM reprezentující názvy technologií v podstatě znamenají totéž. Rozdíl je pouze v tom, že FDM je registrovaná ochranná značka společnosti Stratasys, a proto ji ostatní výrobci pod tímto označením nemohou používat.

PERCEPCE GEOPROSTORU PROSTŘEDNICTVÍM TYFLOMAP MODERNÍHO TYPU

Projektový tým odborníků z Katedry geoinformatiky a Ústavu speciálněpedagogických studií UP se zabýval výzkumem a vývojem hmatových map pro různá měřítka již od roku 2008 (projekt Percepce geoprostoru prostřednictvím tyflomap moderního typu). Využitou technologií bylo právě spojování sádrového prášku kolorovaným lepidlem.

Foto: David Motlíček



ELEKTRONICKÉ UTVÁŘENÍ GRAFIKY

Prezentace digitálních map metodami elektronického utváření grafiky je jednou z dalších výzev tyflokartografie. Hlavním úkolem bude sestavení znakového klíče a správná úroveň generalizace a abstrakce.

papíru, které jsou lepidlem spojovány s předchozí vrstvou a pomocí speciální násady s nožem ořezávány do požadovaného tvaru. Přestože lze vytvořený model opatřit zpevňujícím nátěrem proti ohmatání, není tato technologie příliš vhodná na výrobu tvarů používaných v tyflomapách.

Výše uvedený popis představuje **základní přístupy**. Výsledné hmatové mapy jsou velmi rozličné, některé jsou určeny jen pro osoby s těžkým zrakovým postižením, některé i pro běžnou populaci. Téměř neomezené technologické možnosti přinesly vysokou variabilitu v možnostech tvorby tyflomap. Stále však zůstává největším problémem to, že skupina osob se zrakovým postižením není „ekonomicky zajímavá“ pro většinu komerčních firem. Je potom úkolem univerzit, výzkumných organizací nebo zájmových sdružení pokusit se uvést tyto možnosti do praxe a poskytnout osobám se zrakovým postižením takové pomůcky a mapy, které budou pro jejich vzdělávání a samotný život co nejužitečnější.

Samostatnou oblastí, které však v této práci není věnována větší pozornost, jsou **metody elektromechanického utváření** reliéfní čáry v měkkých podložkách pomocí přístroje razícího reliéf nebo elektronické utváření mapy z rastru pomocí hapticko-elektronického či tyflografického displeje. Jde o jednu z dalších možných oblastí výzkumu, protože právě moderní hapticko-elektronické displeje se postupně dostávají do škol jako součást počítačových laboratoří.

Informační zdroje

ČERVENKA, P. *Mapy a orientační plány pro zrakově postižené: Metody tvorby a způsoby využití*. Praha: Aula ve spolupráci s MŠMT, 1999. ISBN 80-902667-4-6.

GARDINER, A., PERKINS, Ch. Teaching touch on the towpath: A tactile map to a visit to the countryside. *The Cartographic Journal*, 1996, 33, s. 111–118.

PRŮŠA, J. *Představujeme Original Prusa SL1: novou open-source SLA 3D tiskárnu* [online]. 2018 [cit. 13. 7. 2020]. Dostupné z: https://blog.prusaprinters.org/cs/original-prusa-sl1-nova-sla-3d-tiskarna_33979/

THAYER, J. S. *Competitive Strategic Advantage Through Disruptive Innovation* [online]. 1984 [cit. 15. 06. 2020]. Dostupné z: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/10954/35749974.pdf>

VOŽENÍLEK, V., LUDÍKOVÁ, L., RŮŽIČKOVÁ, V., FINKOVÁ, D., VONDRÁKOVÁ, A., KOZÁKOVÁ, M., DOLEŽAL, J., REGEC, V. *Hmatové mapy technologií 3D tisku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2697-6.

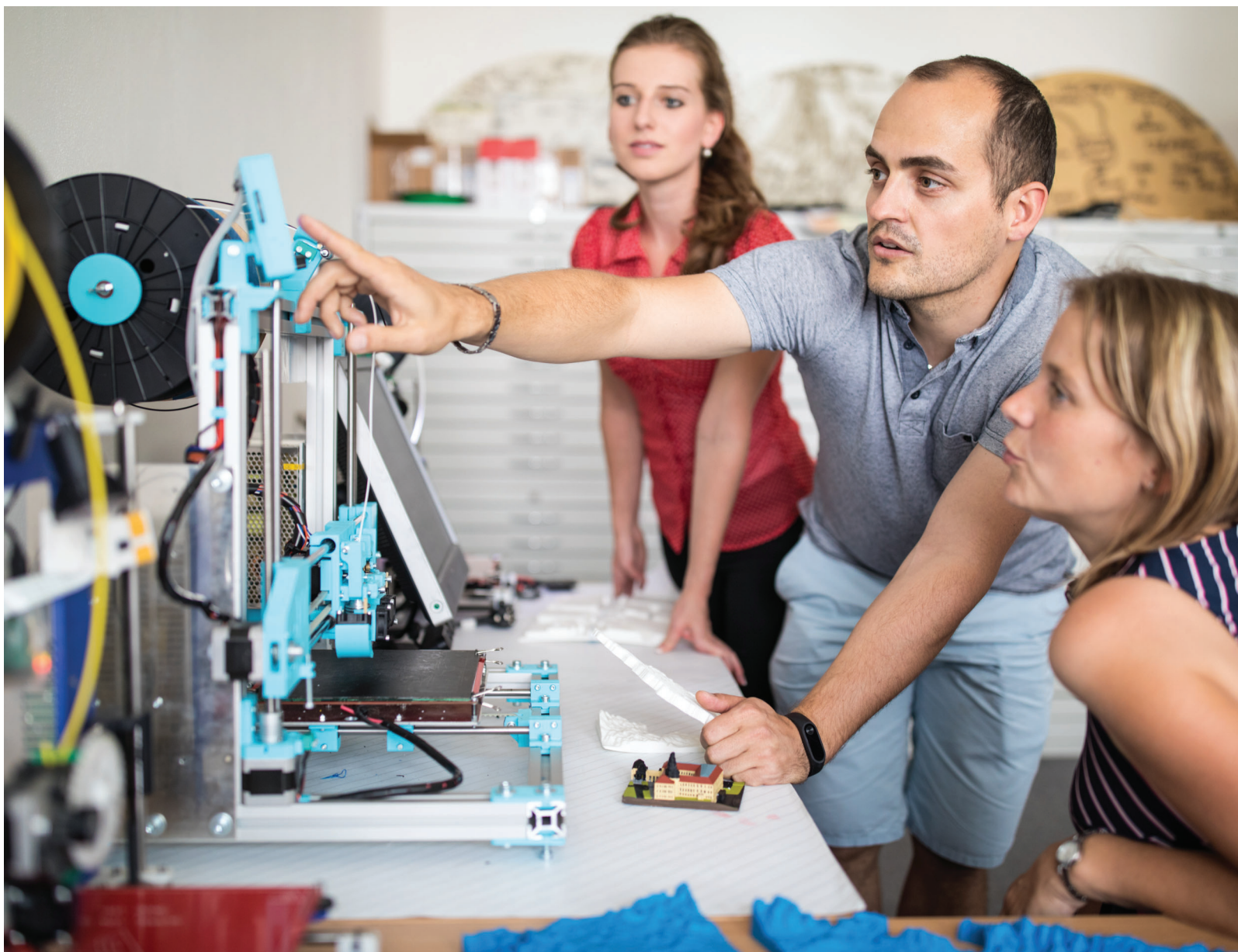
ZUMROVÁ, K. *Využití tyflomap v praktickém životě*. Liberec, 2011. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci.

GUAL-ORTÍ, J., PUYUELO-CAZORLA, M., LLOVERAS-MACIA, J. Improving Tactile Map Usability through 3D Printing Techniques: An Experiment with New Tactile Symbols. *The Cartographic Journal*, 2015, 52(1), s. 51–57. DOI: 10.1179/1743277413Y.0000000046

LABORATOŘ 3D TISKU

Na olomoucké Katedře geoinformatiky PFF UP funguje 3D laboratoř od roku 2014. Vedoucí laboratoře Jan Brus právě vysvětluje princip tisku na jedné z nízkonákladových tiskáren, které v laboratoři slouží k výzkumným účelům.

Foto: Viktor Čáp



OBRAZEM

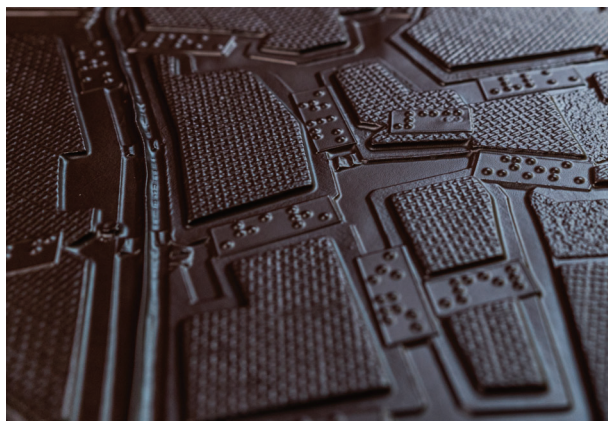
Tyflomapy od nepaměti měly a stále mají **velmi odlišné podoby**. Od manuálně vyráběných schémat z běžných domácích potřeb až po důmyslné tyflomapy využívající kombinace nejmodernějších technologií. Je tak možné se setkat se širokou škálou produktů, které osobám s těžkým zrakovým postižením **pomáhají s orientací v prostoru**. Každá technologie výroby, ať už ruční, nebo strojová, má svá specifika, která ovlivňují limit podrobnosti zákresu, barevnost zvýraznění nebo možnost využití Braillova písma, a tím i čitelnost a využitelnost mapy. Všechny tyto parametry je potřeba zohlednit při návrhu mapy pro co nejlepší splnění uživatelských potřeb. V současné době je možné na poli tyflokartografie pozorovat velký rozmach **využití 3D tisku** jakožto populární technologie pro výrobu fyzických 3D modelů.



PRÁŠKOVÉ TECHNOLOGIE 3D TISKU

Práškové technologie 3D tisku umožňují výrobu barevných tyflomap. Povrch ploch je drsnější, přesto nedochází k tvorbě příliš ostrých hran mezi jednotlivými vrstvami.

Foto: Viktor Čáp



TVAROVANÝ PLAST

Tvarovaný plast nabízí v případě většího množství kusů poměrně levný způsob pro znázornění reliéfu. Umožňuje dosáhnout vysokého detailu barevného potisku.

Foto: David Motlíček

PLASTOVÉ FÓLIE

Technologie vakuového formování plastových fólií naopak utváří hladký povrch. Mapy jsou proto příjemné ke čtení pomocí hmatu a vhodné i pro vyvedení Braillova písma.

Foto: Jakub Čermák



VÝROBNÍ TECHNOLOGIE



PLASTICKÉ RELIÉFNÍ MAPY

Osobám se zrakovým postižením může posloužit i reliéfní mapa, která není primárně určena pro nevidomé. Technologie tlačeného plastu doplněná o barevný potisk se využívá běžně pro 3D znázornění pohoří.

Foto: Viktor Čáp



3D TISKÁRNÝ

K výrobě tyflomap lze využít i relativně malé a dobře dostupné 3D tiskárny založené na technologii vytlačování plastu (FFF). Pokud je tiskárna navíc vybavena dvěma extrudery nebo je v průběhu tisku vyměňován materiál, lze dosáhnout i barevného odlišení jednotlivých výškových tištěných vrstev.

Foto: Viktor Čáp, Jakub Čermák



SROVNÁVÁNÍ

Pocit ze čtení tyflomap vyrobených pomocí různých technologií může být značně odlišný. Zatímco na jedné z map je povrch drsný a hrany zaoblené, u jiné může být povrch hladký, ale přechody hran ostré.

Foto: David Motlíček

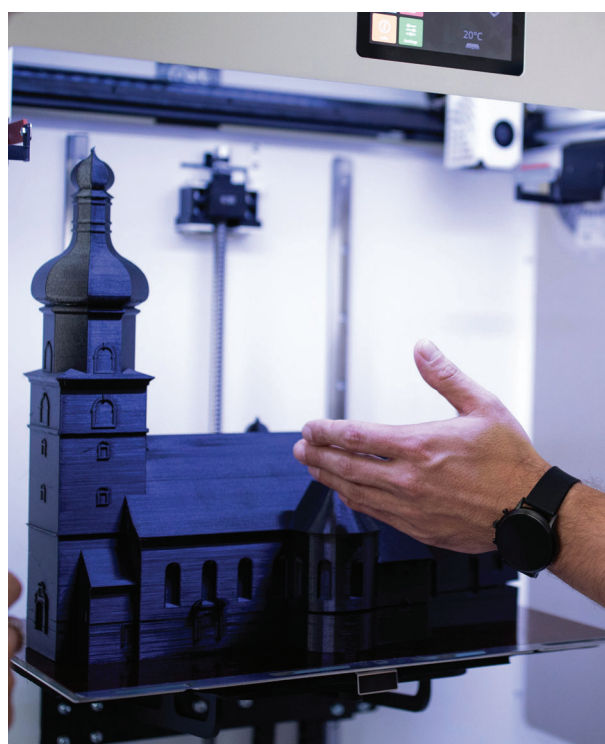




MODERNÍ TECHNOLOGIE

Profesionální tiskárny technologie FDM disponují uzavřenou vyhřívanou tiskovou komorou. Tím je umožněna výroba prostorově větších výtisků z materiálů jako ABS nebo ASA bez deformací vzniklých v důsledku rozdílné rychlosti chlazení vytvářených objektů.

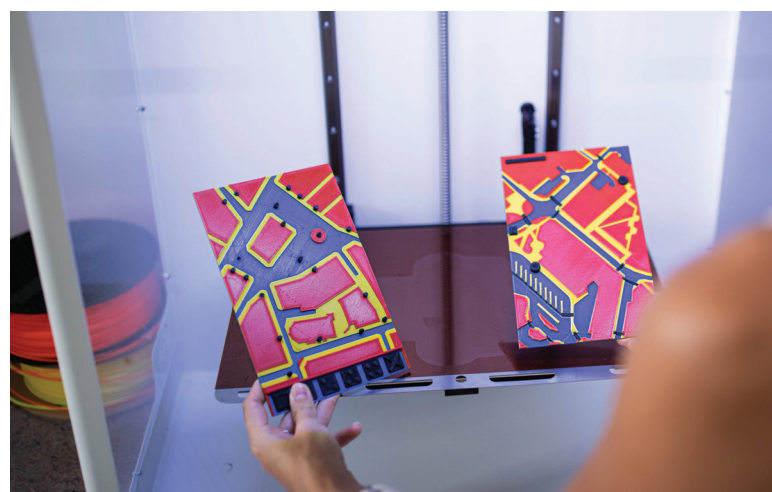
Foto: Viktor Čáp



SPRÁVNÁ VOLBA MATERIÁLU

Při vhodné volbě materiálu, jakým je například kyselina polymléčná (PLA), lze docílit tisku velkých modelů a tyflomap i na tiskárnách bez uzavřené komory až do velikosti tiskové podložky.

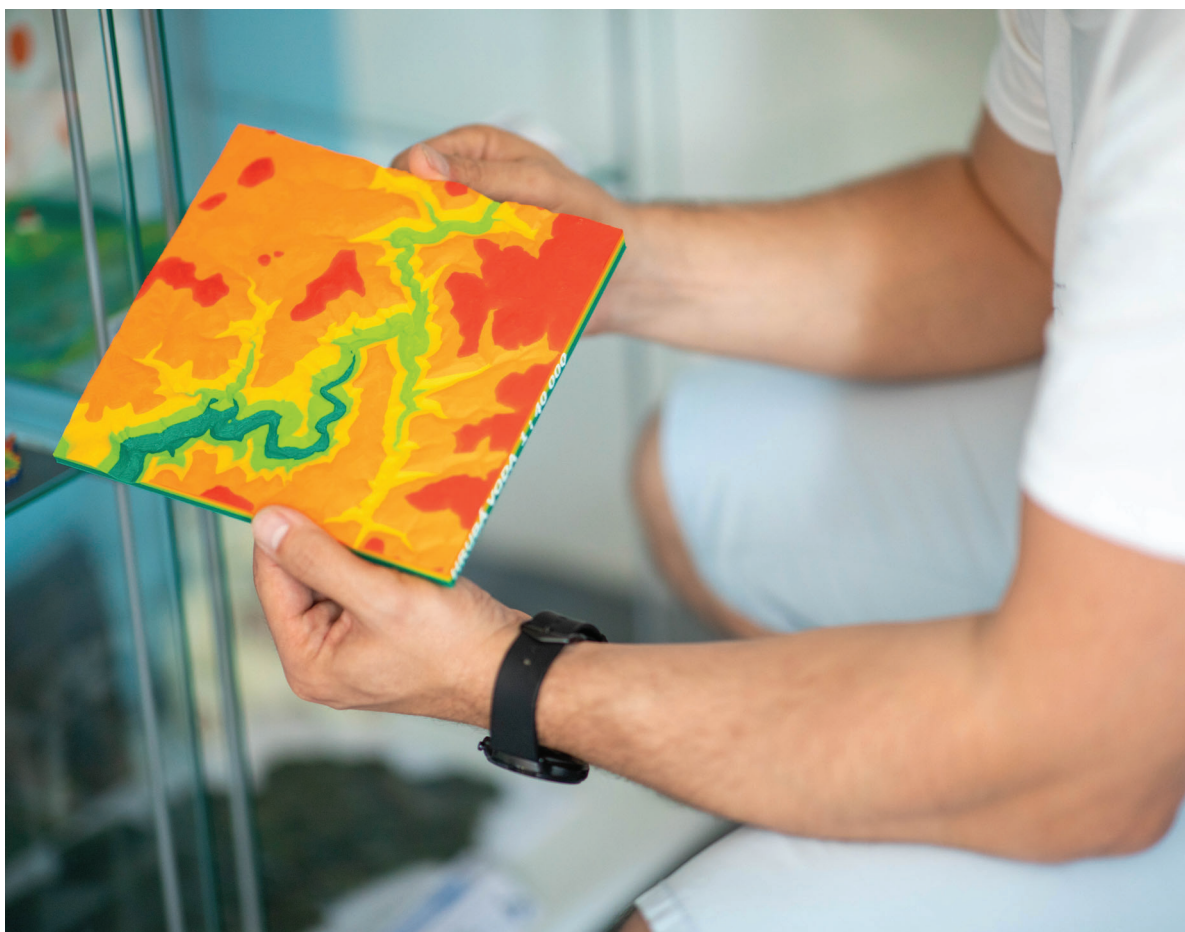
Foto: Viktor Čáp (2x)



INTUITIVNÍ OVLÁDÁNÍ

Ovládání tiskárny je v současnosti velmi intuitivní. Mnohem více zkušeností je třeba pro návrh podoby 3D modelů a nastavení tiskových parametrů. Ty ovlivňují jak spotřebu materiálu, tak i dobu tisku a kvalitu povrchu výrobku.

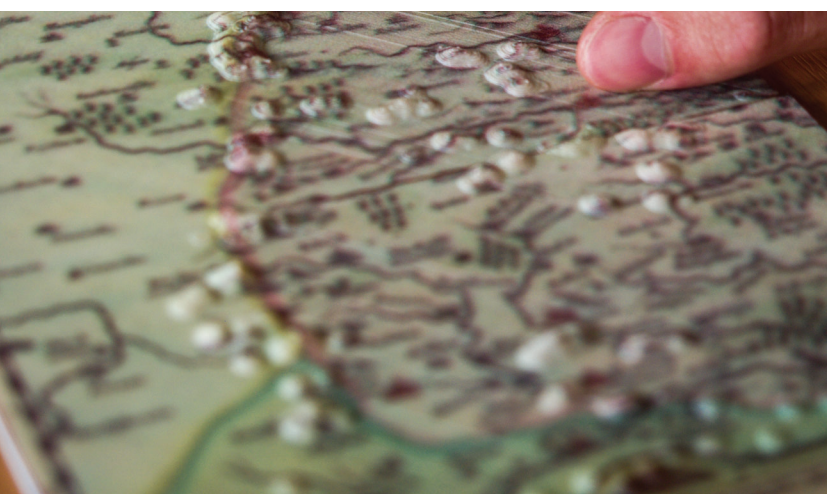
Foto: Viktor Čáp



MOŽNOST BAREVNÉHO TISKU

Pro plastový 3D tisk jsou k dispozici nejen různé materiály, ale také různá barevná provedení. Při tvorbě reliéfních modelů tak není nutné omezovat svou představivost a hmatový dojem je možné podpořit i výrazným zbarvením.

Foto: Viktor Čáp



NETRADIČNÍ KOLOROVÁNÍ 3D TISKU

Možným řešením je vytvořit 3D model jednobarevný a následně jej potisknout barvou. Dnes již existují metody, jak potisknout model s výškovým rozdílem až dvou centimetrů.

Foto: David Motlíček



Tyflografika nebo také **reliéfní grafika**, v užším pojetí taktilní grafika, představuje pro potřeby osob se zrakovým postižením pojem, který prezentuje reliéfní kresby vnímatelné hmatem. Jedná se ale také o vědní disciplínu zabývající se grafickou tvorbou pro osoby s těžkým zrakovým postižením i vlastní tvorbou těchto osob.

Za **průkopníka v oboru tyflografiky** je považován prof. Ján Jesenský, jehož publikace *Poznávací význam tyflografiky* (1970) a *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky* (1988) jsou používány dodnes jako primární zdroj informací k této problematice. Z hlediska teoretického vymezení problematiky se proto na Jesenského odkazuje většina autorů věnujících se tyflografice. V posledních desetiletích ale na jeho práci navázalo také mnoho dalších speciálních pedagogů, tyflopředů a psychologů.

Proces haptizace

Informační deficit, který je způsoben ztrátou zraku nebo jeho výrazným poškozením, významným způsobem ovlivňuje schopnost člověka získávat informace o okolním prostředí. Hmat zde proto vystupuje jako určitý **kompenzační prostředek** pro minimalizaci tohoto deficitu. Haptizace je pojem, který úzce souvisí s tyflogií a tyflopedií. Jesenský (1988) uvádí, že se jedná o soubor postupů umožňujících ztvárnění informací tak, aby byly vnímatelné hmatem. Představuje vyjadřování informací nonverbálními, převážně reliéfními a tyflografickými, prostředky. Jedná se podle něj ale rovněž o proces a principy, na základě kterých jsou upravovány různé prostředky, předměty, hračky a nástroje tak, aby byly tvarově uzpůsobeny hmatovému vnímání a umožňovaly jednoduchou manipulaci a použití osobami s těžkým zrakovým postižením.

Zaměřením této publikace je **aplikace poznatků** z oblasti tyflopédie, tyflografiky a souvisejících poznatků **do oblasti tyflokartografické tvorby**, kdy hlavním výstupem jsou moderní tyfloomapy. Následující příklady z oblasti tyflografické tvorby, respektive procesu haptizace proto uvádějí příklady z oblasti tvorby tyfloomap.

Proces haptizace určité informace zahrnuje **několik fází**. V případě tvorby tyflografiky nebo konkrétně v případě tyfloomapy se jedná o následující kroky:

- (1) **Analýza informace**, která má být sdělena haptickou formou. Provádí se odlišení významných informací od těch nedůležitých. V případě tyfloomapy například dochází ke zjednodušení znázorňovaných jevů a vztahů mezi nimi tak, aby re-

STRÍPKY Z HISTORIE

Již v roce 35 př. n. l. Marcus Fabius Quintilianus ve své učebnici „*Institutio oratoria*“ píše, že ryté písmo mohou číst i slepci. Vytvořil soubor vzorů písmen, který v pozdějších dobách sloužil jako vzor tvorby písma pro nevidomé.

HARMONIZACE
Jako harmonizace je v tradiční kartografii nazývána závěrečná fáze generalizace, kdy dochází k opravě nedostatků, které byly způsobeny předchozími kroky, například když je mapová kresba příliš hustá, vynechají se některé prvky, aby byla mapa čitelná a zaplněná zhruba stejně v celé své ploše.

spektovaly význam sdělení cílovému uživateli. Pro tyflo-uživatele například není z hlediska pohybu po ulici důležité, jestli má budova dvě patra nebo pět, jestli je za obrubníkem travní porost nebo křoviny. Důležité je, které areály jsou pochozí, kde se nacházejí bariéry a kde jsou orientační prvky.

- (2) **Návrh technického provedení** znázornění informace. Provádí se schematický zákres jednotlivých vyjadřovaných prvků s návrhem jejich možného zpracování. V případě tyflografie se jedná například o návrh odlišení jednotlivých úrovní „bezpečnosti“ pohybu do dílčích vrstev.
- (3) **Zobrazení prezentované informace.** Ve třetí fázi dochází k tvorbě „draftu“ tyflografiky, například k návrhu tyflografie. Zohledněny zde musí být specifické parametry, jako jsou limity pro haptické čtení grafiky. V tyflografických malých územích se toto projeví například kresbou tzv. nad míru, kdy jsou chodníky rozšířeny tak, aby byly vnímatelné hmatem, stejně tak přechody nebo jiné plochy vhodné pro pohyb. Dochází také k posunutí znaků tak, aby byly čitelné, například umístění zastávky MHD u budovy.
- (4) Ve čtvrté fázi dochází k **tvorbě všech kompozičních prvků tyflografiky**. Může se jednat o způsob uspořádání například znaků nebo taktilních prvků na hračce. U tyflografie jde o tvorbu kompozice mapy, která může (ale ve specifických případech nemusí) obsahovat název, legendu a měřítko.
- (5) V poslední fázi dochází k **harmonizaci finálního návrhu produktu**, který má zprostředkovat předání informace. Tato fáze může probíhat například po uživatelském testování. Zohledňuje specifické potřeby a případně i preference cílové skupiny uživatelů a lze ji také nazvat jako harmonizaci při tvorbě tyflografického produktu.

Jesenský (1988) ve své práci uvádí několik zásad haptizační tvorby:

Princip lakoničnosti požaduje, aby přijaté řešení vyloučilo detaily objektu nepodstatné z hlediska informace nebo funkce.

Princip zobecnění a unifikace požaduje, aby forma hmatového ztvárnění byla racionálně zobecněna. Při použití symbolů (značek) jsou voleny standardně unifikované značky. Jestliže standard neexistuje, jsou značky unifikovány alespoň v daném řešení.

Princip osamostatnění požaduje, aby relativně samostatné části informace byly ztvárněny tak, aby se od ostatních částí dostatečně jasně oddělovaly.

Princip zvýraznění struktury požaduje, aby haptické ztvárnění v dostatečné míře vyčlenilo uzlové elementy, a tím zvýraznilo strukturu haptizovaného objektu nebo informace.

Princip fázovosti požaduje, aby haptizace informací o procesech v dostatečné míře charakterizovala podstatu jednotlivých fází či etap postupu.

Princip využívání běžných asociací, stereotypů a mnemotechniky požaduje, aby haptické ztvárnění používalo prostředky, které navodí přirozený vztah mezi symbolem (podnětem) a skutečností, nebo prostředky, které vyvolají stereotypní a adekvátní reakci na podnět vyvolaný použitím haptizace.

Všechny tyto uvedené zásady haptizační tvorby se promítají i do **návrhu znaků v tyflomapách**, což je předmětem následující kapitoly. Významným aspektem je, aby následování výše uvedených principů vedlo k co nejefektivnějšímu procesu informační komunikace, tj. aby uživatel tyflografiky (tyflomapy) získal co možná nejvíce informací, v co možná největší kvalitě ve smyslu pochopení obsahu znázorňované informace, ideálně v co nejkratším, respektive přiměřeném časovém intervalu.

Z hlediska procesů haptizace je velmi důležitá **dimenzionalita** tyflografického produktu. Tedy to, zda je adekvátně velký, aby se dal používat, vnímat hmatem, a současně zda je možné do něj umístit požadované informace tak, aby byly hapticky vnímatelné. To úzce souvisí s parametry tyflografiky a s poznatky o hmatovém vnímání obecně.

Hmatové vnímání

Nejvýznamnějším aspektem použití tyflografiky je **hmatové vnímání**. Litvak (1979, in Voženílek a kol., 2010) rozlišil hmat podle používaných postupů na následující kategorie:

Pasivní hmat, který nevidomé či těžce zrakově postižené osobě umožňuje vnímání jednotlivých vlastností předmětů. Vnímání pasivním hmatem se děje za relativního klidu předmětu i hmatového receptoru. Zjišťuje se jím například teplota předmětu nebo drsnost materiálu.

Aktivní hmat (haptika), kdy pomocí tohoto hmatu získává těžce zrakově postižená osoba představu nejen o jednotlivých vlastnostech předmětu, ale také o jeho celkové podobě a jeho umístění v prostoru. Haptika představuje aktivní ohmatávání a poznávání předmětu, jeho jednotlivých částí a poté i celku.

Instrumentální hmat, při němž osoba s těžkým zrakovým postižením používá nějakého předmětu k poznávání okolí a k prodloužení či rozšíření hmatového prostoru ruky, například bílá hůl, u dítěte hračka, kterou objíždí příčky u postýlky, nebo kočárek, kterým naráží do nábytku.

Pro získání informací z tyflografiky nebo tyflomapy je nejvýznamnějším procesem **aktivní hmatání**. Tyflografika a tyflomapy pak musí být přizpůsobeny způsobu vyhmatávání, který je možné použít. U monomanuálního vyhmatávání může druhá

POSTUPY HMATOVÉHO ČTENÍ

Způsob, jakým osoba s těžkým zrakovým postižením provádí proces hmatání, významně ovlivňuje čas a kvalitu získaných informací. Proto je potřeba stanovit správné tyfloodidaktické postupy.

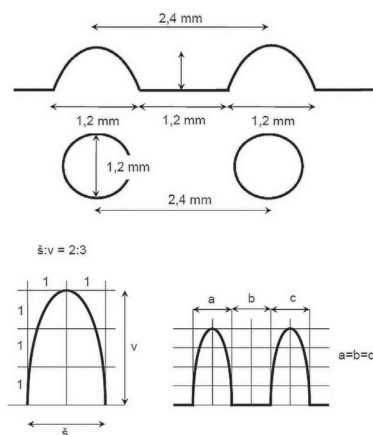
Foto: Viktor Čáp



TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametry tyflografického bodu a tyflografické čáry byly podrobeny zkoumání řadou autorů. Uživatelské testování však ukazuje, že každá výrobní technologie má specifickou podobu výstupní tyflografiky, a je proto spíše třeba dbát právě na zpětnou vazbu od uživatelů než na parametry vymezené číselně v minulosti.

Zdroj: upraveno podle Jesenského, 1988



ruka sloužit k úchopu nebo fixaci tyflomapy. Na druhou stranu u bimanuálního vyhmatávání je pro osobu s těžkým zrakovým postižením často jednodušší pochopit podstatu prezentované informace a prostoru rychleji.

Čtení tyflografiky a tyflomap je také významně ovlivněno **technikou vyhmatávání**. Tyto techniky jsou dále popsány v kapitole pojednávající o tvorbě tyflokartografických znaků a v kapitole věnující se uživatelskému testování.

Technické parametry tyflografiky

Z hlediska vyjadřovacích prostředků je možné rozlišit **pozitivní** a **negativní reliéfy**, které jsou znázorněny reliéfními body, čarami a plochami. Pro jakékoliv ztvárnění je však zapotřebí definovat základní technické parametry.

Optimalizací **rozměrů reliéfních znaků** se zabývala řada autorů, například Guillie, Kunz, Bürklen, Wanecek, Hebold a další. Jesenský (1970, 1988) a Červenka (1999) definovali základní parametry prvků reliéfních modelů a jako doporučené uvedli následující:

Reliéfní bod je základním prvkem tyflografického zobrazování, plní funkci označení konkrétního místa, styku nebo průsečíku čar, směrů a úhlů. Z uskupení reliéfních bodů může vznikat reliéfní čára nebo reliéfní obrazec. Z hlediska technických parametrů by měl mít minimální průměr v základně 1,2 mm, výška bodu by měla být minimálně 0,75 mm, rozestup v základně minimálně 1,2 mm, rozestup ve vrcholu minimálně 2,4 mm.

Reliéfní čára je pro kresbu významnější než reliéfní bod z důvodu komplexnější prezentace vyjadřovaného jevu. Čára by měla mít z profilu ideálně parabolický tvar s poměrem výšky a šířky 3 : 2.

Reliéfní plocha je vymezena reliéfní čarou nebo se může jednat o plochu reliéfně zvednutou či strukturálně odlišnou. Kontrast dvou odlišných ploch musí být dostatečně velký.

Z **uživatelského testování**, které uvádějí Voženílek a kol. (2010) nebo Barvíř (2017), však vyplývá, že technické parametry tyflografiky jsou významně ovlivněny formou zpracování a zkušenostmi uživatelů s používáním tyflografických produktů. Například při použití konkrétního typu 3D tisku není v podstatě možné dosáhnout parabolického tvaru bodu, který doporučuje Jesenský (1988), nicméně právě „ostrost“ provedení významně ovlivňuje schopnost uživatelů hapticky vnímat rozdíly mezi jednotlivými body, liniemi apod.

Autoři této publikace se proto přiklání k **neuvádění konkrétních parametrů** tyflografiky, ale k provedení uživatelského testování, v rámci kterého bude čitelnost jednotlivých elementů tyflografického produktu ověřena.

Informační zdroje

BARVÍŘ, R. *3D tisk tyflografických propojitelných s mobilními zařízeními*. Olomouc, 2017. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce RNDr. Jan Brus, Ph.D.

ČERVENKA, P. *Mapy a orientační plány pro zrakově postižené: Metody tvorby a způsoby využití*. Praha: Aula ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy, 1999. ISBN 80-902667-4-6.

JESENSKÝ, J. *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988.

JESENSKÝ, J. *Poznávací význam tyflografiky*. Praha: Univerzita Karlova, 1970.

LITVAK, A. G. *Nástin psychologie nevidomých a slabozrakých*. Praha: SPN, 1979.

VOŽENÍLEK, V., LUDÍKOVÁ, L., RŮŽIČKOVÁ, V., FINKOVÁ, D., VONDRÁKOVÁ, A., KOZÁKOVÁ, M., DOLEŽAL, J., REGEC, V. *Hmatové mapy technologií 3D tisku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2697-6.



DALŠÍ INFORMACE O TYFLOGRAFICE

Další informace k tématu obsahuje publikace:
RŮŽIČKOVÁ, V., KROUPOVÁ, K.

Tyflografika: reliéfní grafika a její role v životě osob se zrakovým postižením.
Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2020.
ISBN 978-80-244-5732-1.

OBRAZEM

Tyflografika (reliévní grafika, taktilní grafika) je vědní disciplína, která se zabývá grafickou **tvorbou pro osoby s těžkým zrakovým postižením** a rovněž tvorbou těchto osob. Jedná se také o pojem, který představuje různé objekty, jež jsou přizpůsobeny hmatovému vnímání. Mohou to být hračky, nástroje, ale také třeba tyflomapy.

Za průkopníka v oboru tyflografiky je považován prof. Ján Jesenský, jehož publikace *Poznávací význam tyflografiky* (1970) a *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky* (1988) jsou používány dodnes jako primární zdroj informací. Vývoj samotného poznání procesu hmatového vnímání a **tvorby reliévní grafiky** a reliévního písma však sahá daleko do minulosti. Již v pravěku lidé vytvářeli kresby do hlíny nebo ryli písmo do kamene.



NÁSTROJE PRO TVORBU TYFLOGRAFIKY

Na fotografii je tzv. fóliová kreslenka s rydlí. Existuje mnoho nástrojů pro rychlou tvorbu hmatové grafiky, příprava individuálních tyflografických pomůcek proto nemusí být časově ani finančně náročná.

Foto: Jakub Čermák

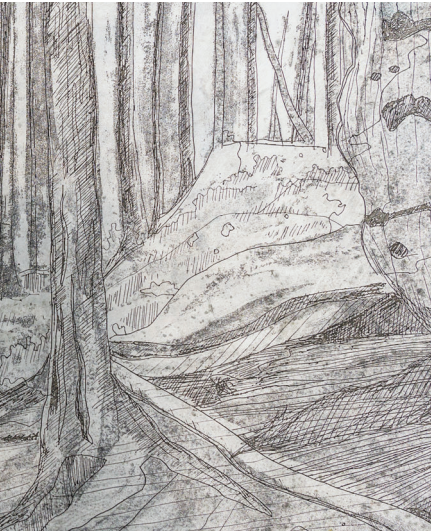
PŘEKLIŽKOVÉ OBRÁZKY

Výřezy z dřevěné překližky jsou oblíbeným materiálem pro výrobu tyflografických hraček.

Foto: Jakub Čermák



TYFLOGRAFIKA



OBRAZY V TYFLOGRAFICE

Existuje mnoho přístupů, jak osobám s těžkým zrakovým postižením zpřístupnit umělecká díla. Některá se vytvářejí přepracováním do 3D reliéfu, jiná již jako tyflografická vznikají přímo.

Foto: Jakub Čermák

3D MODELY PAMÁTEK

Tradiční metodou znázorňování jsou realistické 3D modely, které jsou schopni uživatelé vnímat hmatem při vhodné dimenzionalitě a úrovni detailu. Model „starého Bouzova“ byl vytvořen na Katedře geoformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

Foto: Jakub Čermák

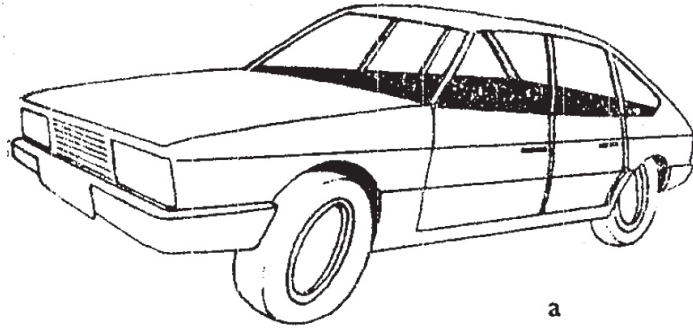


BASRELIÉFOVÉ ZOBRAZENÍ

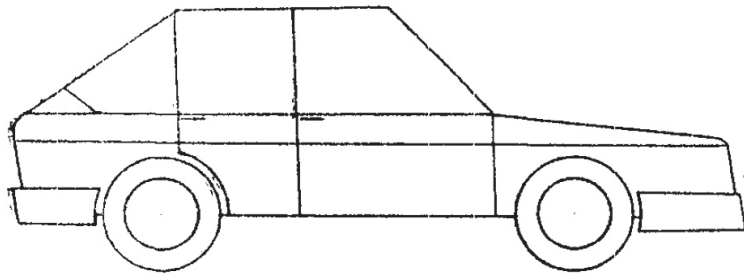
Basreliéfové zobrazení je charakteristické víceúrovňovým reliéfem, kdy jsou kombinovány různé druhy reliéfních čar a ploch o různých výškách.

Foto: Jakub Čermák





a

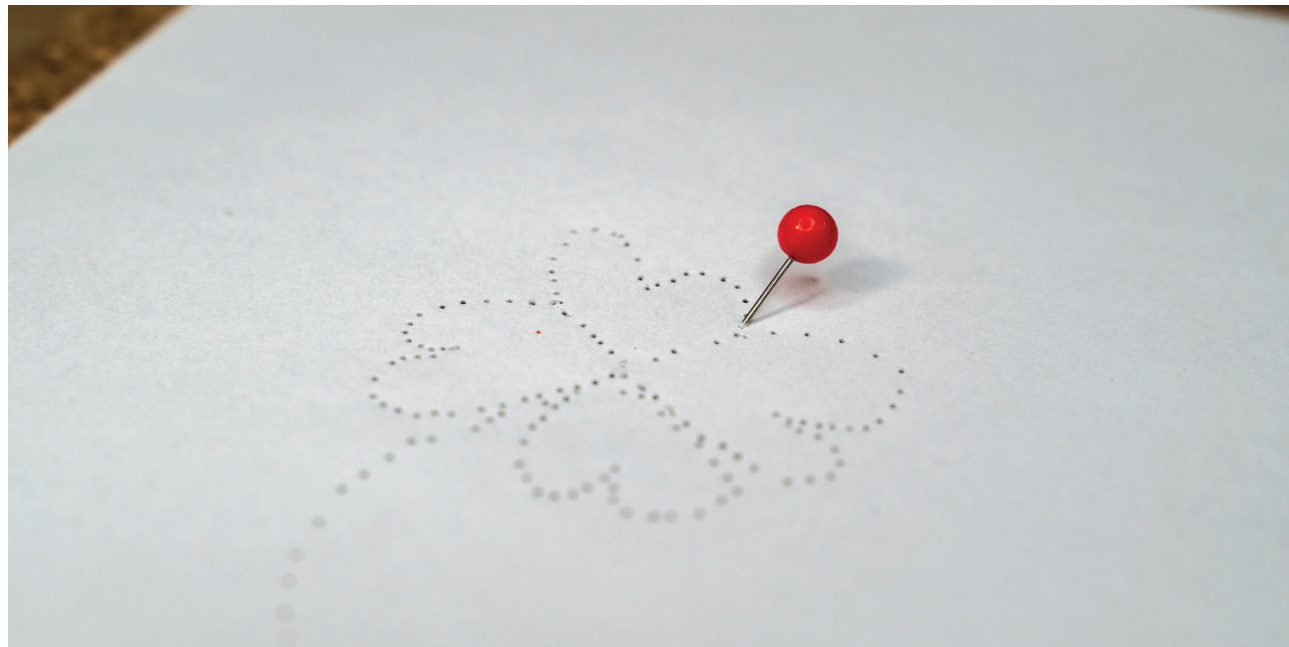


b

ZJEDNODUŠENÍ OBRÁZKŮ

Schematický obrázek (b) se od realistického (a) odlišuje tím, že řadu tvarů zjednodušuje, případně některé detaily vypouští. Důležité ale je, že schematický obrázek stále uchovává základní tvar předmětu.

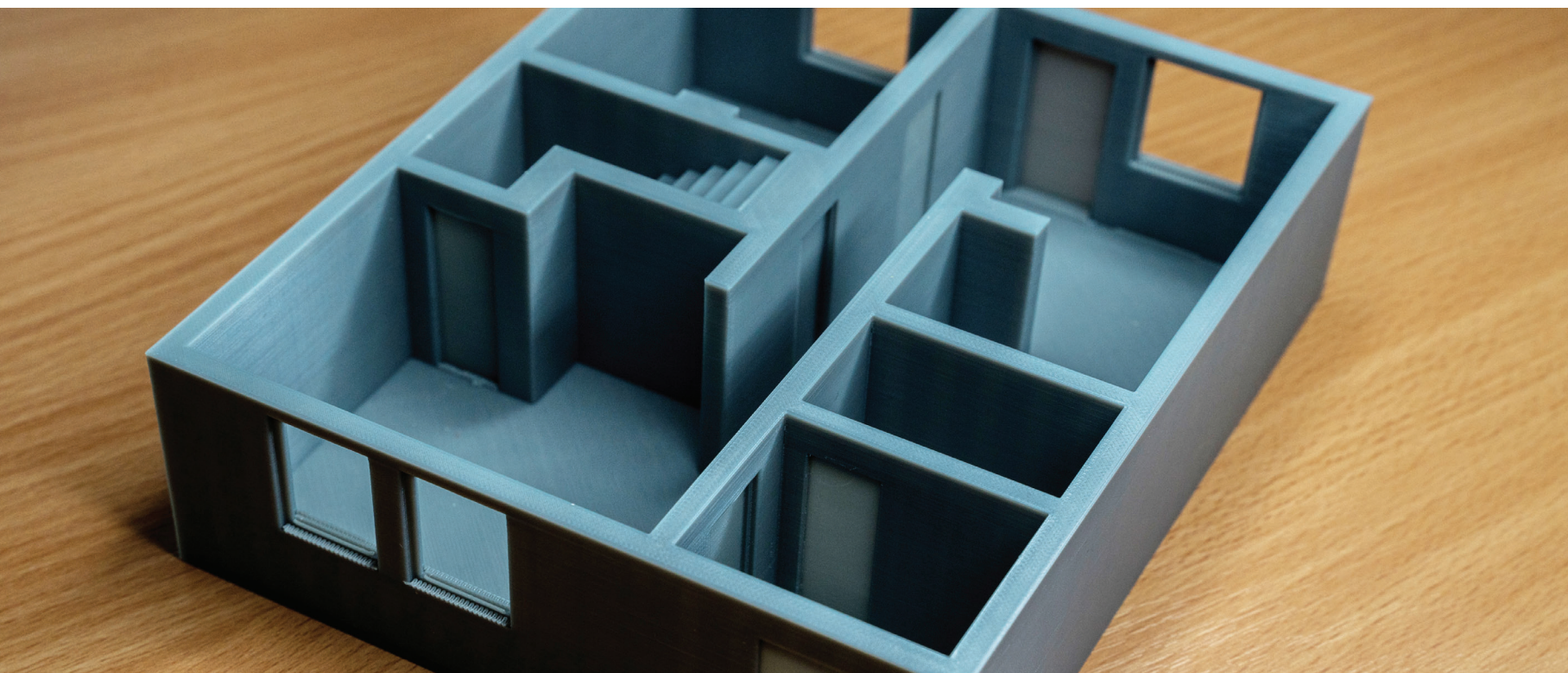
Zdroj: Jesenský, 1988



METODA VYPICHOVÁNÍ

U technologie vypichování není zapotřebí žádné speciální vybavení. Postačí obyčejný špendlík a papír, ve kterém po špendlíku zůstávají hmatné dírky.

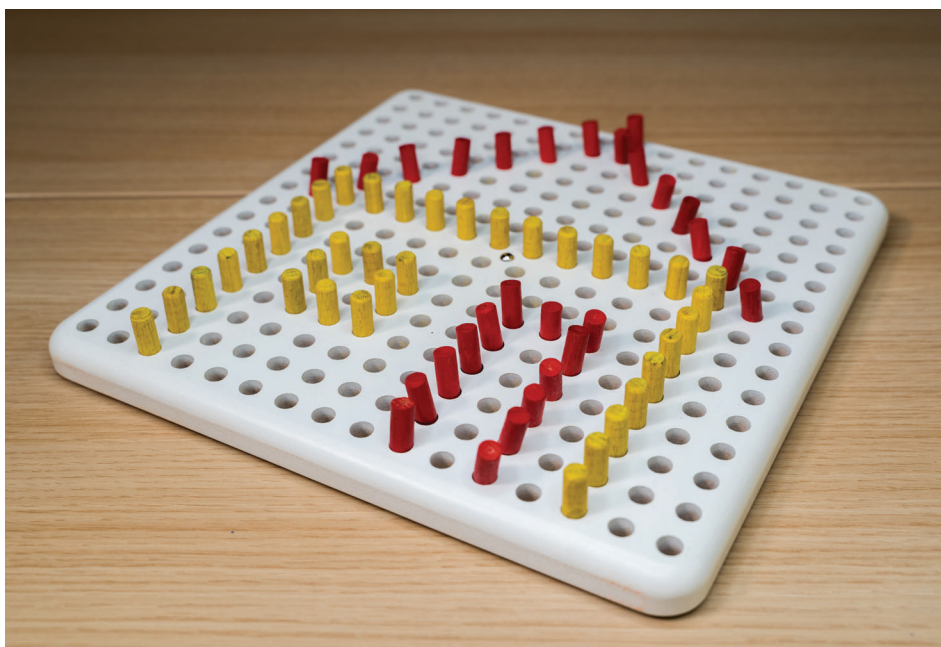
Foto: Jakub Čermák



MODELY BUDOV

Pro prostorovou orientaci jsou velmi důležité realistické 3D modely znázorňující uspořádání prostoru. Příkladem jsou různé modely centra města, ale také modely budov, v nichž se osoba s těžkým zrakovým postižením pohybuje.

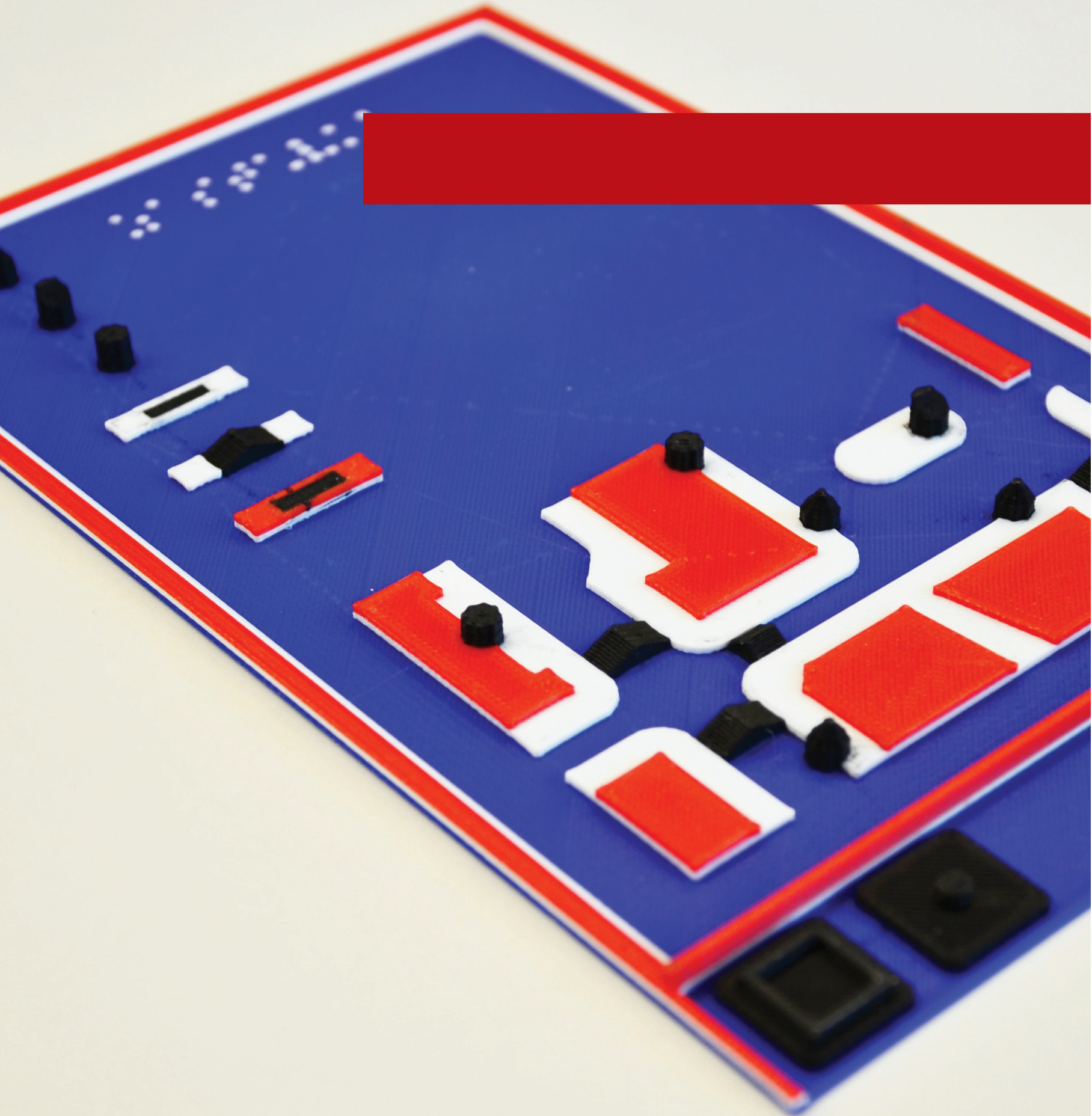
Foto: Jakub Čermák



KOLÍČKOVÁ KRESLENKA

Kreslenka má předvrtané otvory a kolíčky, které lze do těchto otvorů zasunout. Tímto způsobem mohou být vytvářeny různé složité obrazce, a to včetně nácviku šestibodového Braillova písma.

Foto: Jakub Čermák



ZNAKY NA TYFLOMAPÁCH

4

Návrh a **tvorba kartografických znaků** jsou velmi důležitou součástí tvorby jakéhokoliv mapového díla. V tyflokartografii přitom obecně platná pravidla pro tradiční kartografii musí být upravena podle specifických potřeb cílové skupiny osob s těžkým zrakovým postižením. Je proto třeba do tvorby znaků promítnout znalosti z oblasti tyflografiky i z oblasti kartografické tvorby.

Vědní disciplína, která se zabývá kartografickými znaky, jejich vlastnostmi a tříděním, případně komplexně jejich organizací a funkcí jako jazykového systému se nazývá **kartografická sémiologie** nebo též kartografická sémiotika (VÚGTK, 2020). Kartografická sémiologie představuje významné odvětví kartografie, přičemž tradičně se podle teoretických disciplín dělí na sémantiku, sygmaticku, syntaktiku, gramatiku a pragmatiku (Veverka, Zimová, 2008). Liší se podle typu map a jejich účelu, jiné sémiologické aspekty bude mít tradiční kartografie, digitální a multimediální kartografie nebo právě tyflomapy.

Kartograficky vyspělé země nabízejí výběr publikací, map a atlasů zpracovaných pro cílovou skupinu osob s těžkým zrakovým postižením. Přesto se tyflokartografické sémiologii nevěnuje mnoho odborníků a relevantních zdrojů informací je velmi málo. Většinou tak **volba znaků** vychází ze znalosti konkrétního zpracovatele-kartografa a z uživatelského testování, které je nezbytnou součástí tvorby tyflomap.

Tvorbou kartografických znaků a různými **aspekty tyflokartografické sémiologie** se od roku 2008 zabýval tým odborníků na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci pod vedením prof. Víta Voženílků, výsledkem čehož je řada publikací (například Voženílek, 2009; Kozáková, 2009; Voženílek a kol., 2010; Vondráková, 2012, a další). Výzkum realizovaný na stejném pracovišti v rámci projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků* v letech 2018 až 2020 proto mohl navázat právě na tyto poznatky a teoretická východiska. Aplikaci v praxi a tyflopédické aspekty tvorby tyflomap v rámci těchto výzkumů řešil Ústav speciálněpedagogických studií Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

Text v následující části *Kartografická sémiologie* vychází z textu Vondrákové (2012).

Kartografická sémiologie

Za zakladatele kartografické sémiologie je považován francouzský kartograf Jacques Bertin (1918–2010). Ten definoval, že mapové znaky tvoří **specifický grafický**

KARTOGRAFICKÁ SÉMIOLOGIE

Problematice kartografické sémiologie se celoživotně věnoval slovenský kartograf Ing. Ján Pravda, DrSc. Rozpracoval teoretickou koncepci mapového jazyka, za což získal mezinárodní uznání. Publikoval více než 150 vědeckých studií a 60 odborných a vědeckopopularizačních příspěvků. Jeho práce je základem mnoha dalších výzkumů v kartografii.

TYFLOKARTOGRAFICKÝ ZNAK

Tradiční kartografický znak se svými proměnnými (tvarem, velikostí, strukturou, výplní a orientací) je doplněn specifickými vlastnostmi spojenými s výsledným 3D prostorovým provedením.

system a že každý mapový znak má šest proměnných: velikost, intenzitu, texturu, barvu, orientaci a tvar. Těmto proměnným přiřadil pět základních vlastností: asociaci, disociaci, selekci, uspořádání a proporcionalitu, které s předcházejícími šesti proměnnými tvoří 63 kombinací, jež jsou využitelné při sestavování tradičních mapových znaků a návrhu znakového klíče.

Kartografická sémiologie se tedy zabývá **teorií kartografických znaků** a jejich užíváním, přičemž vychází především z obecné sémiologie (věda o znacích), teoretické kartografie, teorie informace, kybernetiky a inženýrské psychologie, v poslední době také z poznatků v oblasti geoinformačních věd. Mezi **disciplíny sémiologie**, na nichž se shoduje většina autorů, patří sémantika reprezentující vztah znaku k obsahu toho, co vyjadřuje, sygmatica definující vztah znaků k funkci vyjadřovaného obsahu, syntaktika řešící vzájemné vztahy znaků, gramatika určující pravidla kompozice znaků do vyšších celků a pragmatika věnující se vztahu uživatele ke znakové soustavě (Veverka, Zimová, 2008). Základním pojmem kartografické sémiologie je přitom kartografický znak, jenž představuje libovolný grafický prostředek nebo souhrn prostředků, který je schopen být nositelem významu a něco v kartografickém díle vyjadřovat (Kaňok, 1992).

Stejně jako v klasické kartografii je základní jednotkou tyflokartografické sémiologie tyflokartografický znak. **Tyflokartografický znak** má oproti klasickému kartografickému znaku navíc specifické vlastnosti reliéfního provedení, mezi které patří vertikální rozměr, drsnost a textura. Konkrétní provedení tyflokartografického znaku přitom závisí na zvolené technologii tyflomapy. Tlačený papír, plast a kov nebo tisk na braillových tiskárnách umožňují jiné provedení než moderní technologie 3D tisku. Všechny výše uvedené technologie umožňují realizaci tyflokartografických znaků definovaných podle Jesenského (1988), avšak neumožňují tak názorné provedení jako technologie 3D tisku, která je v této publikaci podrobně prezentována. Znakový klíč je proto vybírán s ohledem nejen na cílového uživatele, ale také na zvolenou technologii.

Obecné aspekty kartografického znaku se nazývají optické aspekty a patří mezi ně syntaktický aspekt, sémantický aspekt, sygmatický aspekt a pragmatický aspekt. V tyflokartografii je samozřejmě vhodnější hovořit o aspektech hmatových, nikoliv optických. Nicméně uvedené optické vlastnosti v podstatě zdůvodňují tvorbu znaku, což v tyflokartografii platí stejně.

Syntaktika

Syntaktika se zabývá **vzájemnými vztahy mezi znaky**. Syntaktický aspekt proto ovlivňuje rozlišení znaků na základě odlišnosti znázorňovaných jevů (Voženílek, Kaňok a kol., 2011). Znaky zobrazující podobné jevy si musí být podobné, znaky zobrazující jevy různé se musí od sebe lišit. V klasické kartografii to znamená, že pokud je

znázorňována například zastavěná plocha a vodní plocha, jsou pro ně použity zcela odlišné znaky, protože tyto plochy mají zcela odlišnou funkci, spadají do různých geografických kategorií a nemohou být vzájemně zaměněny. Odlišení je v tomto případě vyjádřeno barvou. Obě jsou to ale plochy, proto plošné znaky. Silnice a řeka budou analogicky k zastavěné ploše a k vodní ploše ve stejném barevném provedení, ale jsou liniového charakteru, proto budou znázorněny liniovým znakem.

V tyflokartografii záleží na tematice a konkrétním účelu tyfloomapy. Pro nejčastěji tvořené tyfloomapy, které představují plán pro pohyb osoby například v místě bydliště, dochází k adaptaci tohoto základního pravidla na základě specifických vlastností jevů. Jedná se nejčastěji o dostupnost nebo potenciální nebezpečnost daných objektů. Například znak pro silniční komunikaci a železniční trať může v tyfloomapě vypadat stejně, protože představuje neprůchozí a nebezpečnou bariéru. Znaky tak získávají svůj unikátní význam a odlišnost znázorňovaných jevů je prezentována jinou vlastností než v klasické kartografii. **Abstrakce** je provedena do té míry, aby byla mapa čitelná (rozpoznatelná hmatem) a zároveň splňovala svůj účel. Uživatel mapy musí být podrobně seznámen s legendou mapy, aby nedošlo k vytvoření nesprávné představy o zobrazovaném území a k záměně zobrazovaných objektů a jevů. Současně je využito i barevného provedení znaků, protože přibližně 90 % osob s těžkým zrakovým postižením mají nějaké zbytky vidění, které ke čtení tyfloomapy používají. Jednotlivé vrstvy jsou proto odlišeny kontrastními barvami.

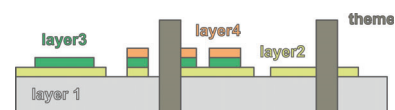
Sémantika

Sémantika se zabývá **vztahy znaků k významu objektů nebo jevů** (Voženílek, Kaňok a kol., 2011). Sémantický aspekt vyjadřuje vztah znaku k jevu, který znázorňuje. Je nutno co nejpřesněji vymezit, co znak znázorňuje, a to tak, aby se dalo také odvodit, co neznázorňuje. V praxi to v klasické kartografii znamená, že vysvětlení v legendě musí znak jednoznačně charakterizovat. Nesmí být zaměněn například kostel a kaplička nebo označení listnatý les nemůže být použito pro lesy smíšené a jehličnaté, ale opravdu jen pro lesy listnaté.

V tyflokartografii je velmi důležité, aby byl **sémantický aspekt respektován**. Například v mapě, podle které se uživatel pohybuje, nesmí dojít k záměně plochy (vrstvy), kde je bezpečné se pohybovat, a plochy (vrstvy), kde je pohyb nebezpečný nebo nemožný. Proto musí být například jednotlivé vrstvy od sebe zcela jasně rozlišitelné. Na dodržení tohoto pravidla je kladen velký důraz, a to i přes míru abstrakce, která je v tyfloomapách užitá. Například vrstva pro „bezpečný pohyb“ znázorňující chodníky musí být v mapě kreslena zpravidla nad míru, aby byla správně hmatná. Není však příliš možné aplikovat pravidla na tvorbu znaků ve smyslu přiblížení například typu MHD zastávky s rozlišením tramvaje a autobusu. Zde je volba znaků nejvíce ovlivněna schopnostmi uživatelů tyto znaky rozlišit.

ROZLIŠITELNOST VRSTEV

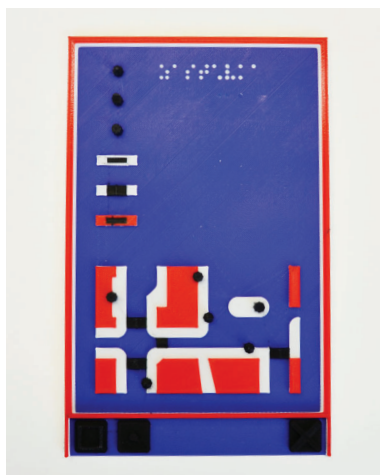
V tyflokartografii je důležité, aby byly jednotlivé vrstvy, které znázorňují různé jevy, od sebe dobře odlišitelné. Například silnice a železnice přitom mohou být v jedné vrstvě, protože ze sémantického hlediska se pro osobu s těžkým zrakovým postižením v obou případech jedná o nebezpečnou překážku.



LEGENDA TYFLOMAPY

Legenda k moderní audio-taktilní tyflopapě nemusí zahrnovat žádné popisy. Legenda je vtištěna samostatně a s jejím obsahem seznámí uživatele jeho průvodce (asistent, pedagog apod.). Jednotlivé znaky „mluví“ a vysvětlí svůj význam.

Foto: Radek Barviř



Sygmatika

Sygmatika řeší **vztah znaku k podobě vyjadřovaného objektu**. Sygmatický aspekt proto ovlivňuje to, že barvou, tvarem, strukturou a dalšími svými parametry se na určité úrovni podrobnosti mapový znak přibližuje znázorňovanému jevu (Voženílek, Kaňok a kol., 2011). V klasické kartografii například při použití znaku červeného sjezdového lyžaře v mapě lyžařských areálů lze prostou dedukcí uvažovat, že postoj reprezentuje sjezdové lyžování, tedy sjezdovou dráhu, a barva reprezentuje obtížnost sjezdové dráhy.

V tyflokartografii se může jednat o **specifickou vlastnost vyjadřovaného objektu** a místo barvy může být využita různá struktura povrchu. Například u znaku pro zeleň může být použito šrafování, u znaku pro koleje zase dvojitá prostorová linie apod. Budovy jsou znázorněny jako prostorové bloky (kvádry), vodní hladina je níže než ostatní terén, naopak zeleň nad okolní terén vystupuje atd. Vertikální rozměr kartografického znaku přitom musí splňovat obecné požadavky na tyflografiku a vertikální rozměry všech znaků na sebe musí navazovat při zachování jejich jednoznačné rozlišitelnosti. Při uživatelském testování však bylo zjištěno, že s texturou a jejím rozpoznáním má část uživatelů tyflopap problém, proto ji není vhodné využívat v základních tyflopapách pro nezkušené uživatele.

Pragmatika

Pragmatika se zabývá **vztahem uživatele k znakové soustavě**. Pragmatický aspekt tak odráží uživatelskou stránku znaku. Znak by měl uživateli pomoci si co nejlépe orientovat a nejnázorněji vyjádřit prezentovaný jev (Voženílek, Kaňok a kol., 2011). Je tedy vhodné použít pro zobrazení takový znak, který je všeobecně znám, například pro zobrazení těžby černého uhlí je vhodnější zařazený znak černého čtverce, který může představovat kostku uhlí, než například alfanumerický znak v podobě chemické značky těžené suroviny.

V tyflokartografii **neexistuje jednotná standardizace** pro znakový klíč a uživatelé se v průběhu života setkávají s různými druhy tyflopap. Je tedy velmi obtížné najít nějaký znakový klíč, který by znala většina cílové skupiny. Vzhledem k míře zjednodušení znaků je navíc jeden typ znaku používán pro znázornění různých jevů, proto je zde velmi důležitá funkce mapové legendy nebo učitele (průvodce).

Gramatika

Gramatika řeší **pravidla kompozice znaků do vyšších celků**. V tradiční kartografii je to navázáno na tvorbu složitých znaků, které vznikají kombinací grafických prvků s různým významem, a vytvořením složeného celku pak dochází k tvorbě nového znaku. Vzhledem k tomu, že v tyflokartografii není žádoucí vytvářet příliš složité znaky, gramatický aspekt se příliš neuplatňuje.

Specifické aspekty

Voženílek, Kaňok a kol. (2011) rozlišují specifické aspekty mapové tvorby. Mezi specifické aspekty mapové tvorby patří komunikovatelnost, názornost, interpretovatelnost, komprimovatelnost a zapamatovatelnost. Všechny tyto aspekty mohou být významně ovlivněny osobou učitele (školitele), který nevidomé nebo slabozraké uživatele s mapou seznamuje.

Komunikovatelnost je schopnost přenášení a sdělování informace. Je velmi důležité, aby byl uživatel z mapy schopen získat informace. V případě tyflokartografie je uživatel s mapou seznamován zpravidla za přítomnosti učitele (školitele), který mu pomůže s porozuměním příslušnému mapovému dílu.

Názornost představuje schopnost rychlého a účinného vyvolání podnětů pro myšlenkové pochody. V případě tyflomapy se jedná například o naplánování cesty na základě prostudování plánu určité lokality.

Interpretovatelnost je schopnost vyvolání srozumitelnosti mapy u uživatele. Stejně jako u komunikovatelnosti tento aspekt v tyflokartografii úzce souvisí s přítomností školitele při studiu mapy, kdy je uživatel již při prvotním seznámení s mapou veden k interpretaci získaných poznatků.

Komprimovatelnost je schopnost zhuštění informace, jímž se zvyšuje hustota příjmu informace za časovou jednotku. Tento aspekt je v tyflokartografii vzhledem k jejím specifickým výrazně opomíjen, je však možné jej aplikovat u zkušených uživatelů tyflomap.

Zapamatovatelnost je u tyflomap nejdůležitějším specifickým aspektem. Vzhledem k tomu, že uživatelé nejsou v práci s mapou příliš zkušení, je jednoduché a rychlé zapamatování jedním z hlavních úkolů pro tvůrce tyflomap.

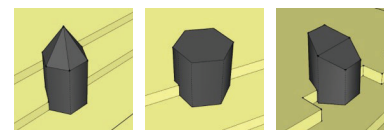
Tvorba 3D znaků

Stejně jako v klasické kartografii lze způsoby kartografického vyjádření v tyflokartografii rozdělit na **bodové, liniové a plošné**. Parametry definované Bertinem upravil pro 3D znázornění Vasconcellos (1994). Těmito parametry jsou objem, velikost, intenzita barvy nebo textury, tvar textury, tvar znaku, orientace znaku a výška jednotlivých vrstev.

Z klasických **parametrů bodového znaku** (tvar, velikost, struktura, výplň, orientace) má v tyflokartografii největší význam velikost. Tvar, povrchová struktura ani orientace nejsou hmatem příliš dobře rozpoznatelné, záleží však na zkušenostech uživatele mapy. Jako další parametr kromě velikosti plošné (průměr bodu) v tyflokartografii vystupuje výška (převýšení) daného znaku. V **zobrazení linií** se v klasické kartografii využívají proměnné struktura, tloušťka, barva a orientace. Všechny tyto proměnné

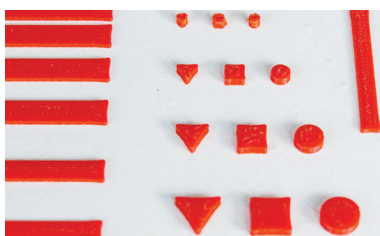
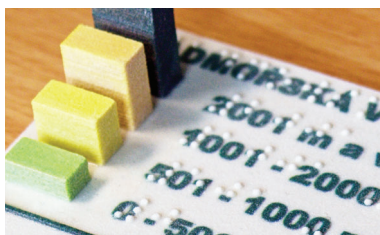
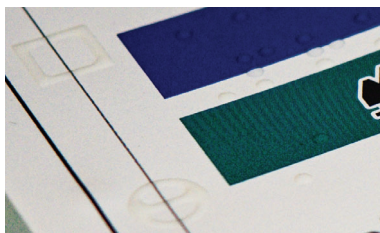
TVAR BODOVÝCH ZNAKŮ

Tvar bodových znaků může být různý z hlediska pravouhého průměru (podstavy), ale také se může lišit 3D tvar znaku. Z uživatelského testování vyplynulo, že použití tří druhů bodových znaků s podobnými parametry není problém.



TECHNOLOGIE TISKU TYFLOZNAKŮ
Návrh a tvorba tyflokartografických znaků jsou nejvýznamněji ovlivněny způsobem tisku tyflomapy. Každá technologie umožňuje jinou míru podrobnosti, jinou výšku znaků, ale také třeba jiný povrch znaků.

Foto: David Motlíček (3×)



se využívají i v tyflokartografii (jak již bylo uvedeno, kontrastní barva je důležitá u tyflomap pro osoby se zbytky zraku). U **plošných kartografických znaků** se využívají proměnné výplň a obrys a obě tyto proměnné mohou být aplikovány i v tyflokartografii.

Různé **technologie tvorby tyflomap**, které jsou podrobně popsány v předchozích kapitolách, umožňují různý design kartografických znaků. Nanášení průhledné hmoty formou jednoduchých obrysů a bodů na jinak „normální“ mapu, termovakuové provedení nebo moderní 3D tisk mají svá specifika, která je při tvorbě znaků potřeba zohlednit. Například u obrysových map na braillovských tiskárnách nebo fuzéru budou znaky vypadat zcela odlišně než znaky vytvořené 3D tiskem. Názorné ukázky k tomuto tématu jsou na konci této kapitoly v části **OBRAZEM**.

Pravidla a parametry pro tvorbu map

Parametry, které uvádí ve své práci Jesenský (1988), jsou běžně využity jako teoretické východisko k tvorbě tyflokartografických znaků a tyflomap obecně. V průběhu výzkumu probíhajícího na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci však bylo zjištěno, že tato **teorie neodpovídá současné praxi**. Uživatelé jsou schopni rozlišit například i znaky nebo plochy s nižšími rozdílovými hodnotami, než uvádí Jesenský (1988), na druhou stranu však nejsou schopni správně identifikovat stejně vysoké vrstvy na vzdálenějších místech mapy i přesto, že výšky vrstev splňují parametry stanovené Jesenským (1988).

V průběhu realizace byly analyzovány **znakové sady různých map a atlasů**.

Výsledkem uživatelského testování je skutečnost, že parametry pro tvorbu tyflokartografických znaků, které budou názorné a pro cílovou skupinu uživatelů rozlišitelné a pochopitelné, jsou velmi významně ovlivněny použitou technologií tvorby map. A to dokonce i v rámci jedné „kategorie“, kdy různé druhy plastu použité pro 3D tisk přinášejí různé výsledky, protože některé plasty vytvářejí hladší nebo drsnější povrchy než jiné, některé zůstávají ostré, jiné naopak zaoblené apod.

Následující poznatky vycházejí z provedených uživatelských testování:

Tvar tyflokartografických znaků musí být jednoduchý. Rozlišitelnost tvaru je úměrná velikosti znaku, tedy čím větší je velikost znaku (plocha), tím lepší je rozlišitelnost tvaru, avšak pouze za předpokladu dostatečné výšky. Tvary tyflokartografických znaků proto byly testovány na vzornících, kde se na jedné ose matice zvětšovala velikost znaku a na druhé ose se zvětšovala výška znaku. Tyto vzorníky byly vytvořeny pro jednotlivé znaky.

Textura tyflokartografických znaků (ploch) a struktura linií se často používají u termovakuového tisku nebo v případě PIAF fuzéru apod. Při tvorbě 3D tištěných map se však textury a různé struktury obecně spíše neosvědčily. Pro část uživatelů

jsou hůře pochopitelné a použitá technologie 3D tisku se ukázala být nevhodnou vzhledem k hůře tisknutelným miniaturním znakům textury. Obecně jsou však textury využitelné, je k nim ale potřeba vytvořit odpovídající legendu a rovněž dbát na nezaměnitelnost s obrysovými liniemi nebo Braillovým písmem.

Výška tyflokartografických znaků a jednotlivých vrstev je pro uživatele dobře vnímatelná přibližně od 1 mm. Doporučená výška vrstev je však obecně 1,5 až 2 mm pro jednodušší odlišitelnost a správné poznání úrovně na různých místech v mapě.

Tvorba tyflomap je popsána i v dalších kapitolách.

Informační zdroje

JESENSKÝ, J. *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky*. Praha: SPN, 1988.

KAŇOK, J., VOŽENÍLEK, V. Kartografické znaky. *GeoBusiness*, 2008, č. 5, s. 22–24.

KAŇOK, J. *Kvantitativní metody v geografii*. Ostrava: Ostravská univerzita, 1992.

KAŇOK, J. *Tematická kartografie*. Ostrava: Ostravská univerzita, 1999.

KOZÁKOVÁ, M., VOŽENÍLEK, V. Současné technologie tvorby hmatových map. In FERANEC, J., FENCIK, R. (eds.) *Aktivity v kartografii. Zborník referátov zo seminára*. Kartografická spoločnosť SR. Geografický ústav SAV. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 2008.

KOZÁKOVÁ, M., VOŽENÍLEK, V. Thematic information in tactile maps. *Kartografické listy*, 2009.

VASCONCELLOS, R. *Tactile Map Design and the Visually Impaired User*. Symposium on Cartographic Design and Research, Ottawa, Canada, 1994.

VEVERKA, B., ZIMOVÁ, R. *Topografická a tematická kartografie*. Praha: ČVUT, 2008.

VOŽENÍLEK, V. *3D Printing Technology in Tactile Maps Compiling*. International Cartographic Conference Santiago de Chile, Technical Session, 2009.

VOŽENILEK, V., VONDRÁKOVÁ, A., KOZÁKOVÁ, M. a kol. 2010. *Geospace Perception by People with Visual Impairment Using Modern Types of Tactile Maps*. IGU/UGI Regional Conference Proceedings, Tel Aviv, Israel, 2010.

VÚGTK. *Terminologický slovník*. [online] Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/5239_cartographic-semiology

VONDRÁKOVÁ, A. Kartografická sémiologie v moderním typu 3D tyflomap a její vnímání uživateli. *Speciální pedagogika*, 22/1, 2012. ISSN 1211-2720.

VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol. *Metody tematické kartografie: Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2790-4.

TVORBA HMATOVÝCH MAP TouchIt3D

Manuál pro tvorbu tyflomap využívajících technologii TouchIt3D a doprovodného softwarového nástroje je k dispozici ke stažení na webu hmatovemapy.upol.cz.



OBRAZEM

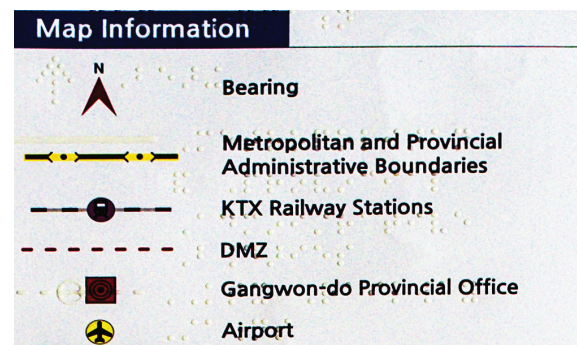
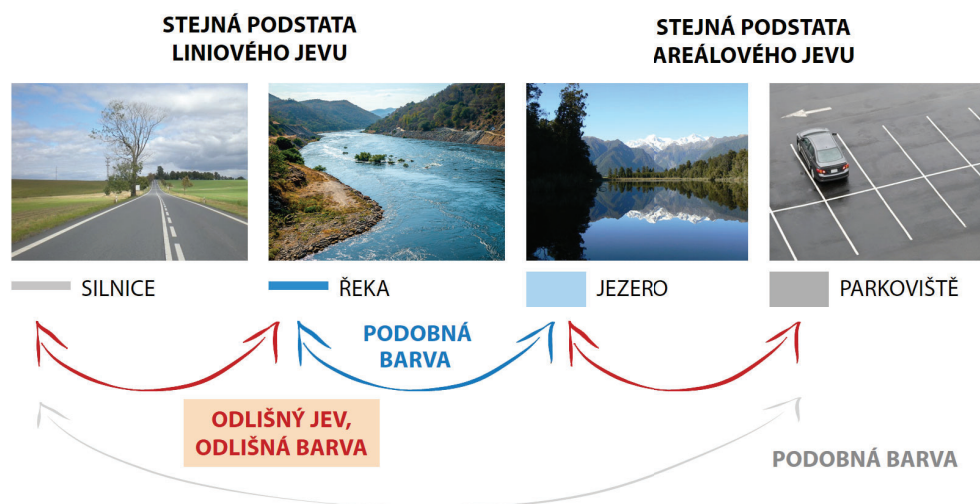
Tvorba tyflokartografických znaků je poměrně **složitou problematikou**. Největší vliv na podobu znaků má technologie, jakou má být tyflomapa vyrobena. Do procesu návrhu znaků se promítají znalosti z oblasti tyflografiky, z oblasti kartografické tvorby i z oblasti tyflopédie.

V rámci kartografického pojetí je potřeba znát teoretická východiska **kartografické sémiologie**. Mapové znaky tvoří specifický grafický systém a každý mapový znak má několik proměnných, jejichž prostřednictvím jsou sdělovány informace o prezentovaném jevu uživateli mapy. Mezi dílčí disciplíny sémiologie, na kterých se shoduje většina autorů, patří **sémantika**, která reprezentuje vztah znaku k obsahu toho, co vyjadřuje, **sygmata**, jež definuje vztah znaků k funkci vyjadřovaného obsahu, **syntaktika**, která popisuje vzájemné vztahy znaků, **gramatika**, jež určuje pravidla kompozice znaků do vyšších celků, a **pragmatika**, která popisuje vztah uživatele ke znakové soustavě.

SYNTAKTIKA

Syntaktika se zabývá **vzájemnými vztahy mezi znaky**. Syntaktický aspekt proto ovlivňuje odlišení znaků na základě odlišnosti znázorňovaných jevů. Řeka a jezero budou mít podobnou barvu, protože i barva jevů je podobná. Stejně jako parkoviště a silnice. Například pro silnici není logické použít modrou barvu, protože to nevyjadřuje žádnou vlastnost prezentovaného jevu. V tyflokartografii je znázorňovaný jev chápán v přeneseném významu, tedy například železnice a silnice mohou představovat stejný jev z hlediska (ne)bezpečnosti. Obsah tradičních map a tyflomap se proto může výrazně odlišovat. Vždy však záleží na konkrétním účelu mapy.

Grafika: Alena Vondráková



LEGENDA MAPY

Ukázka části legendy korejského tyflografického atlasu v anglickém jazyce. Znaky vycházejí svou podobou z legendy pro běžné uživatele. Ke čtení map je však zapotřebí asistent, cílová skupina je schopna s atlasem samostatně pracovat až po dlouhé době učení. Na fotografii je upravený kontrast pro lepší viditelnost tyfloznaků.

Foto: David Motlíček

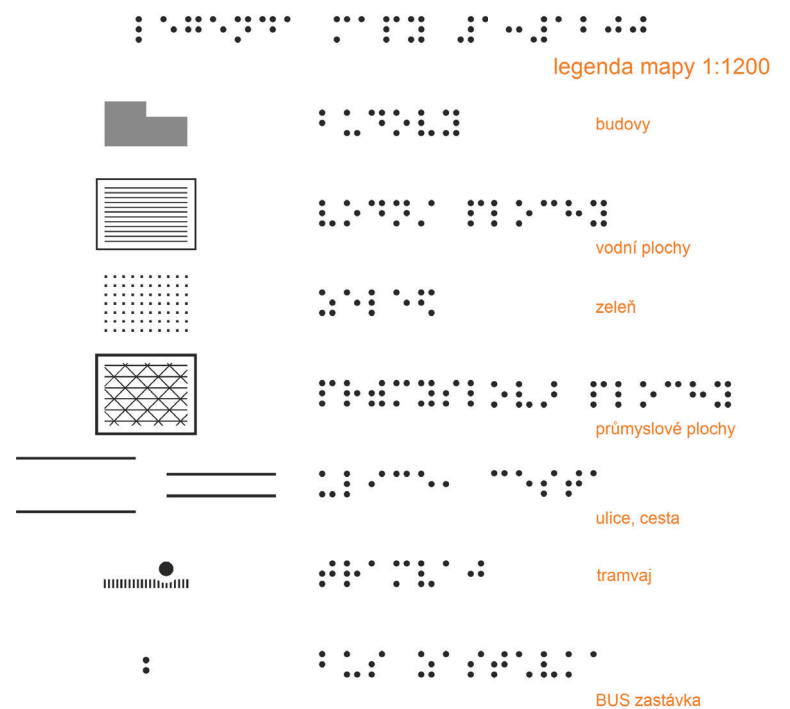
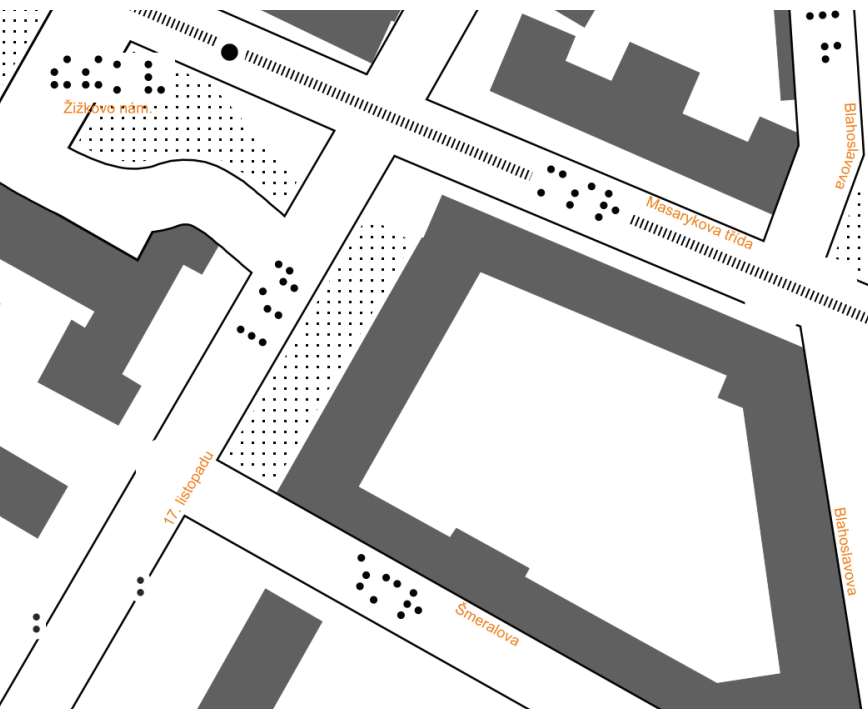
ÚČEL MAPY

Pokud je účelem mapy sdělit, kde je silnice a kde řeka, pak bude obojí mít svůj znak. Silnice například dvojitou (jízdní pruhy). Pokud bude cílem znázornit oblast pro bezpečný pohyb, pak mohou být znaky podobné.

Grafika: Alena Vondráková



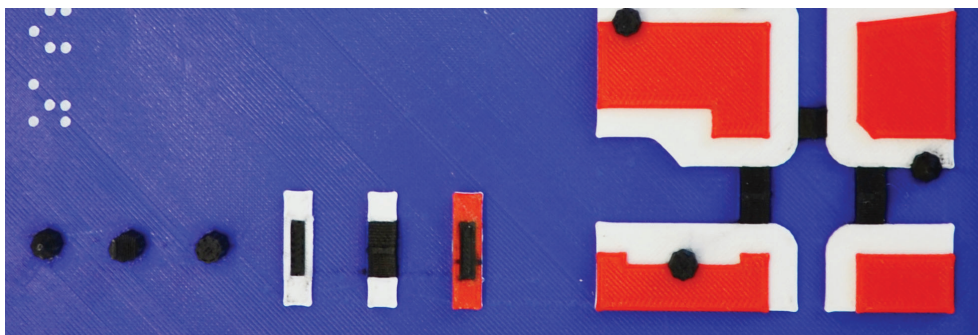
ZNAKY NA MAPÁCH



SÉMANTIKA

Sémantika se zabývá vztahy znaků k významu objektů nebo jevů. Sémantický aspekt proto vyjadřuje vztah znaku k jevu, který znázorňuje. V praxi to především znamená, že musí být správně vysvětleno, co znak představuje, a to například v legendě. Na ukázce legenda k haptickým mapám od společnosti Seznam.cz.

Zdroj: Hapticke.Mapy.cz



AUDIO-TAKTILNÍ LEGENDA

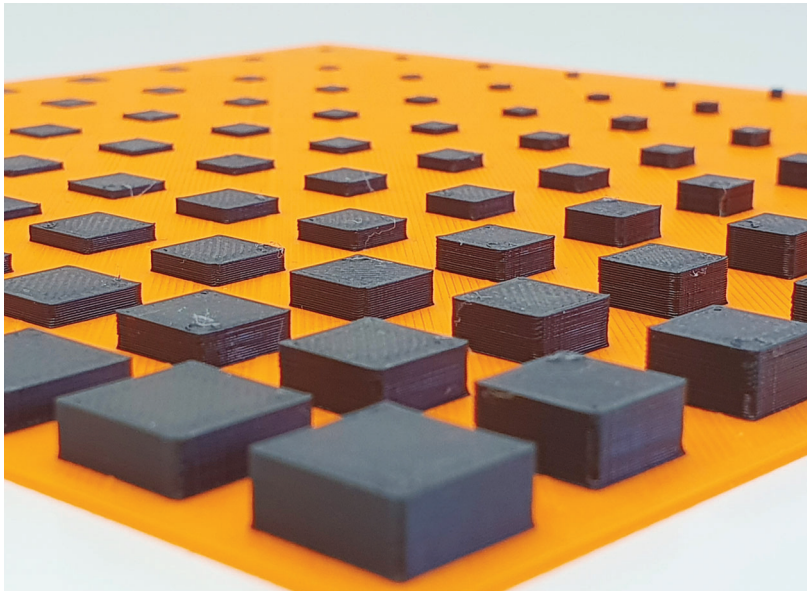
Na tyflomapách využívajících technologii Toucht3D a propojení s „mluvícím“ zařízením v podobě tabletu je legenda zpracována interaktivně. Po přidržení znaku se spustí audionahrávka, která obsah znaku vysvětlí.

Foto: David Motlíček

SYGMATIKA

Sygmatica řeší vztahy znaků k podobě vyjadřovaného objektu. Sygmatický aspekt proto ovlivňuje to, že barvou, tvarem, strukturou a dalšími svými parametry se na určité úrovni podrobnosti mapový znak přibližuje znázorňovanému jevu. Například znak pro strom „vypadá jako strom“, znak pro dům „vypadá jako dům“ apod.

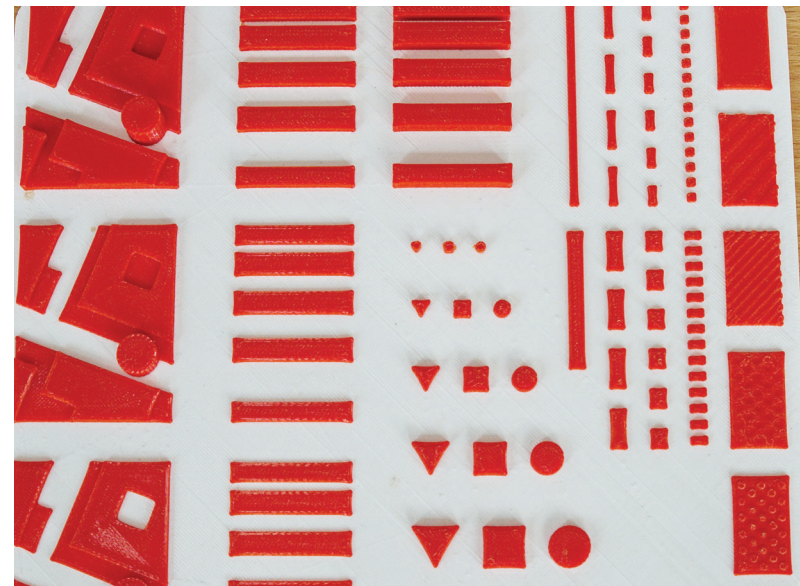
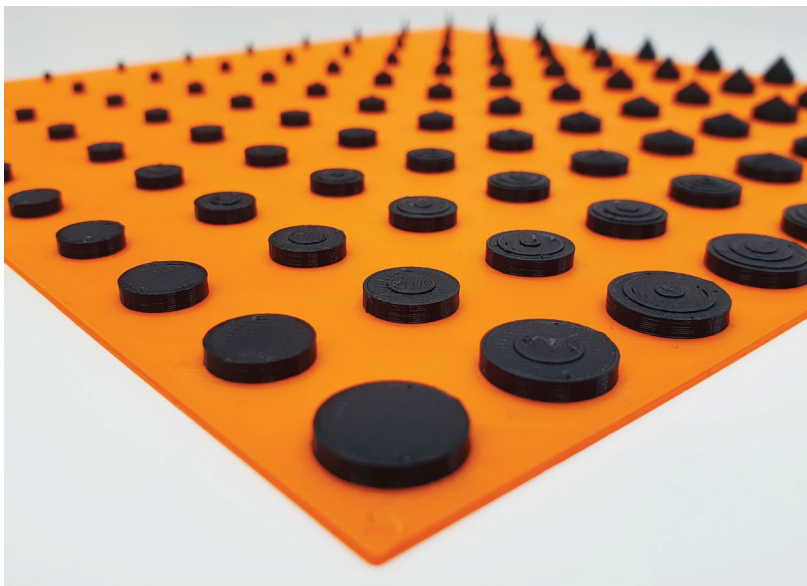
Grafika: Alena Vondráková

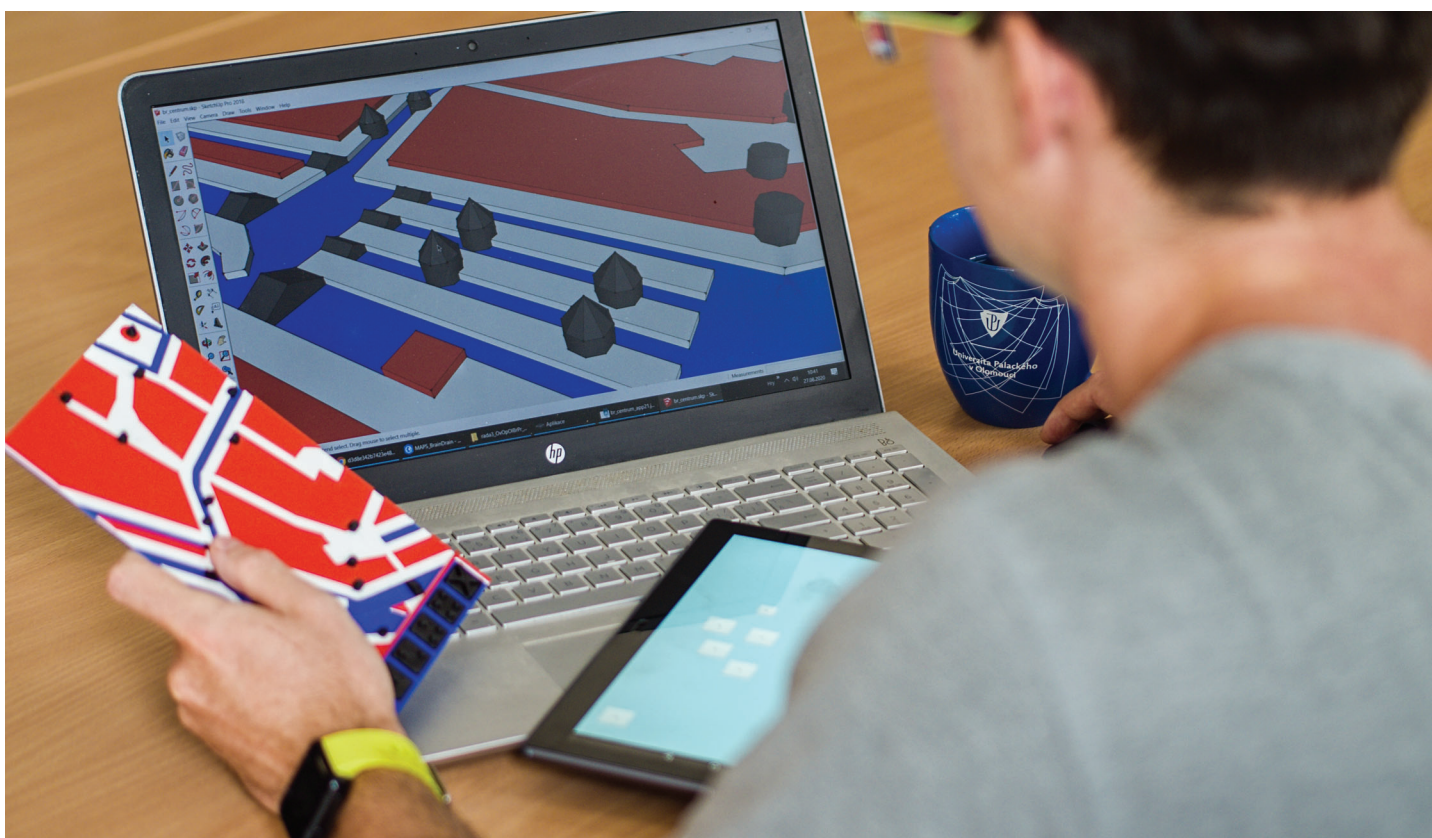


VZORNÍKY

Po návrhu znaku je potřeba obzvláště u tyflokartografických produktů provést uživatelské testování. K tomu mohou sloužit různé vytvořené vzorníky.

Foto: Jan Brus (2x) a David Motlíček

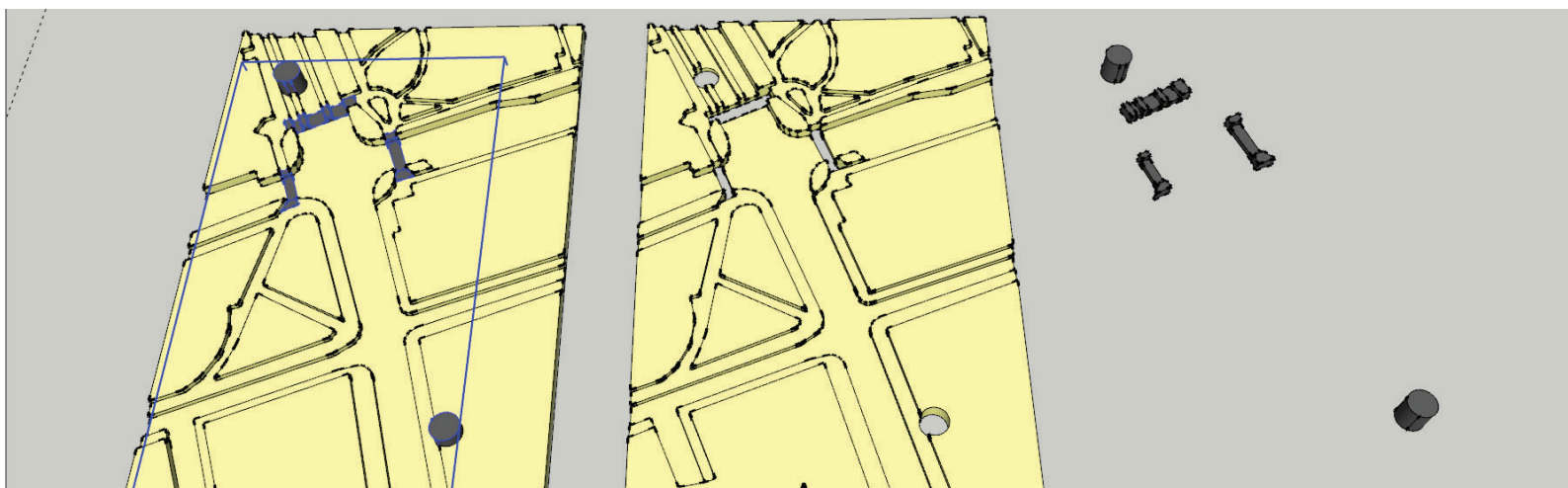




MODELOVÁNÍ ZNAKŮ

Jednotlivé znaky se modelují v 3D grafickém editoru, například v prostředí SketchUp. Kromě tyflokartografických parametrů je potřeba řešit také technické náležitosti, jako jsou například materiál tisku, barva, úroveň tiskového detailu apod.

Foto: David Motlíček, grafika: Radek Barvíř





Každá mapa nebo plán je **zjednodušený a zevšeobecněný model reality**. Byť je jeho cílem zobrazit co nejvíce prostorových informací a vazeb co nejpřehledněji, nedokáže nikdy obsáhnout celý reálný svět, zachytí jen jeho nepatrnou část. Výběr prvků reálného světa, které bude mapa obsahovat, tak začíná ještě dříve, než samotná mapa začne vznikat.

Obsah mapy

Při plánování tvorby mapového díla je vždy nutné správně formulovat **cíl a účel**. To zahrnuje poznatky o tom, kdo bude čtenářem mapy, jaké má schopnosti a zkušenosti, co mu má mapa sdělit, jaký čas na čtení bude mít a v jakých podmínkách bude s mapou pracovat. Tyto i další okolnosti musí kartograf, respektive celý autor-ský tým zohlednit, aby dokázal mapu co nejlépe přizpůsobit specifickým okolnostem, které bude práce s daným mapovým dílem obnášet.

Voženílek, Kaňok a kol. (2011) dělí **mapy podle obsahu** na obecně zeměpisné, topografické a tematické. Zatímco smyslem obecně zeměpisných map je sdělit základní charakteristiky území, topografické mají za cíl co nejpodrobněji zachytit podobu krajiny a objektů v ní. Tematické mapy pak znázorňují jedno či více konkrétních témat, ať už jde o jevy přírodní, socioekonomické, či statistické, zatímco zbytek mapové kresby potlačí nebo úplně vypustí. Obsah tematických map tak lze dále dělit na **tematický obsah** (zvýrazněný, v popředí mapy, sděluje uživateli hlavní myšlenku) a **topografický podklad**, jenž slouží zejména pro orientaci v mapě a hledání prostorových souvislostí. Podobný princip klasifikace je možné aplikovat i pro tyflo-mapy. Zatímco obecně zeměpisné a tematické tyflogmapy budou sloužit zejména ve výuce a v dalším vzdělávání osob s těžkým zrakovým postižením k tomu, aby si dokázaly představit podobu a prostorové rozložení světa, tyflogmapy topografického typu mohou sloužit pro plánování trasy nebo přímo během cesty k navigaci.

Při rozhodování o obsahu každé mapy, tedy toho, jaká témata v ní budou obsažena, je přitom vždy nutné zohlednit **uživatelské aspekty mapové tvorby** (Vondráková, 2014). U tyflogmap uvedené pravidlo platí dvojnásob. Zatímco čtenáři bez poškození zraku běžně nevyžadují zákres veškerých překážek, hran chodníku, přítomnosti vodících pásů nebo způsobu signalizace u přechodu, pro osoby se zrakovým postižením tento obsah může být klíčovým pro bezpečné absolvování trasy. Řada těchto specifických objektů přitom většinou není obsažena v žádných databázích využívaných běžně jako zdrojů pro tvorbu map, což zvyšuje nároky tyflokartografie, a to jak

5

METODY KARTOGRAFICKÉ VIZUALIZACE

Při tvorbě hmatových map je potřeba i znalostí klasické kartografie. Mezi základní literaturu v této oblasti patří publikace prof. Voženílka, doc. Kaňoka a kol.:

-- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol.

Metody tematické kartografie: Vizualizace prostorových jevů. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011.
ISBN 978-80-244-2790-4.

UŽIVATELSKÉ ASPEKTY

Potřeby a preference uživatelů by měly být v mapové tvorbě zohledněny. Problematikou se zabývá například kniha dr. Vondrákové:

-- VONDRÁKOVÁ, A. **Netechnologické aspekty mapové tvorby.** Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014.
ISBN 978-80-244-3970-9.

časové, tak finanční. Obsah mapy je také úzce svázán s měřítkem zmenšení. V malém měřítku pokrývajícím velké oblasti není prostor pro zachycení tolika detailů jako u map velkých měřítek s lepší možností znázornění detailních struktur. Při přechodu z velkého do malého měřítku proto dochází k tzv. generalizaci obsahu mapy (viz jedna z následujících podkapitol) za účelem zachování stejné čitelnosti mapy.

Náplň mapy

Náplň mapy je charakteristika, která množství obsahu v mapě kvantifikuje. Nepřímo tak vypovídá o složitosti a čitelnosti mapy. Výzkum v oblasti hodnocení náplně mapy probíhá již několik desetiletí, a přesto je stále nedořešenou otázkou, jak konstatují Schnur a kol. (2017). Znalost náplně mapy je ovšem důležitou informací, která kartografům pomáhá spolu s jejich subjektivním úsudkem objektivně odhadnout náročnost interpretace vytvářeného díla.

Většina autorů rozlišuje grafickou a informační náplň mapy. **Grafickou náplní mapy** se rozumí zaplněnost mapového pole znaky a popisem ovlivněná hustotou jejich výskytu, parametry (tvar, velikost, výplň) a prostorovým rozložením. Je určována relativně k ploše mapy a udává se v procentech v rozmezí 0–100 % (Barvíř a kol., 2019). V současné době se ve vědeckém výzkumu často měří analýzou rastrových reprezentací map, například pomocí detekce hran. **Informační náplň** oproti tomu hodnotí množství zaznamenaných informací v mapě či informační zisk generovaný při jejím čtení (Fairbairn, 2006). Její měření je už z principu značně komplikované, jelikož úroveň informační náplně je ovlivněna nejen mapou samotnou, ale také znalostmi a dovednostmi jejich čtenářů i dalšími okolnostmi. Přesto v minulosti probíhaly pokusy o její výpočet, například Suchov (1970).

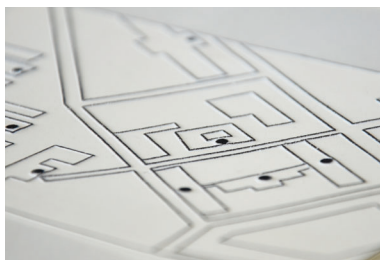
Je třeba brát v potaz, že **neexistuje pouze jedna optimální hodnota** náplně mapy. Optimální naplněnost je závislá zejména na třech faktorech – charakteru mapy, uživateli (jeho znalosti mapované problematiky, území i schopnosti práce s mapou) a činnosti, kterou s mapou vykonává.

U **hodnocení náplně tyflomap** je problematika ještě komplikovanější, jelikož kromě členitosti mapy v ploše dochází také k nárůstu její složitosti vlivem výškového členění vrstev (Barvíř a kol., 2018). Přesto lze obecně naplněnost tyflomap označit za nízkou. Tyflomapy vyžadují značně zjednodušené znázornění reality do té míry, aby při jejich čtení hmatem nedocházelo k záměně mezi jednotlivými vrstvami a znaky. Výrazně nižší proto u tyflomap bývá nejen množství zaznačených objektů, ale také jejich tvarová členitost (Voženílek a kol., 2010). Pokud je tyflomapa příliš komplikovaná a při čtení znázorněného obsahu dochází k chybám při interpretaci, je vhodné zvážit její další generalizaci. Pokud je mapa naopak naplněna málo, nevyužívá plně svůj potenciál.

SLOŽITOST VÝPOČTU

Na jednoduchých mapách vytvořených čarovou černobílou grafikou se náplň mapy počítá poměrně snadno. Jakmile ale mapa obsahuje více prvků ve více barvách a výškových úrovních, začíná být výpočet velmi náročný a neexistuje k němu jednotný přístup.

Foto: Radek Barvíř



Generalizace

Kartografickou generalizací se označuje **výběr, geometrické zjednodušení a zveřejnění objektů, jevů a jejich vzájemných vztahů** pro vyjádření v mapě, ovlivněné účelem, měřítkem mapy a vlastním předmětem kartografického znázorňování. Generalizace mapy je tedy ovlivněna těmito pěti základními činiteli – účelem mapy, jejím měřítkem, charakteristikou znázorňovaného jevu, volbou kartografických vyjadřovacích prostředků a schopnostmi uživatele mapy (Veverka a kol., 2008). Tím umožňuje zachování stejné náplně mapy při zmenšování měřítka.

Generalizace je aplikována již při samotném výběru mapovaných jevů či při sběru podkladových dat. Zatímco významné objekty jsou zaznamenávány a následně mapovány, u těch méně významných nedochází k jejich evidenci, a nejsou proto v dalším procesu kartografické tvorby dále přítomny. Tato fáze se označuje jako **primární generalizace**. Závěrečná fáze generalizace mapového díla je potom označována pojmem **harmonizace**. Ta spočívá ve vyvážení náplně mapy tak, aby lokálně nedocházelo k jejímu přetížení a jinde nebyla naopak naplněna nedostatečně.

Vlastní generalizaci lze rozdělit na grafickou a konceptuální, kdy každá z nich obsahuje několik metod. **Grafická generalizace** nemění znakový klíč a může ji provádět sám kartograf. Řeší grafické uspořádání znaků v mapě tak, aby byla mapa dobře čitelná a vyjadřovala co nejlépe skutečný charakter mapovaného jevu. V případě tyflomap se nejčastěji využívají tyto metody grafické generalizace:

Normativní výběr – omezuje počet objektů z daného tématu, které je možné v mapě zachovat. Uplatňuje se například při výběru bodů zájmu (restaurace, kavárny, rychlá občerstvení, obchodní domy), kdy množství těchto podniků v městských oblastech může v daném měřítku přesahovat možnosti mapy, a proto jsou do mapy přeneseny jen významnější body z každé kategorie (tzn. například pouze tři nejvýznamnější restaurace z celkem 10 existujících v mapované oblasti). Důležitá je při tomto kroku reglementace – odstranění subjektivismu při výběru prvků, které budou zachovány a které naopak nebudou v mapě zobrazeny.

Agregace – spojení malých ploch do jedné větší. Tohoto principu se často využívá při agregaci ploch budov do obytných bloků. Druhým, u tyflomap méně častým příkladem je pak spojování sousedících (například vodních) ploch do jedné, která prostorově zaujímá rozsah všech agregovaných částí.

Posunutí – odsunutí mapových znaků nebo jejich částí oproti jejich správné poloze za účelem lepšího prostorového vyjádření vztahů mezi objekty. Typickým příkladem je posunutí budov směrem od osy ulice (obzvláště pokud jde o úzkou ulici) proto, aby byla zachována minimální šířka znaku pro ulici nebo chodník a ty zůstaly dobře dohmatatelné i přes okolní zástavbu.

SPECIFIKA SBĚRU DAT

Již při samotném sběru dat je vhodné počítat s tím, že se bude vytvářet mapa pro osoby s těžkým zrakovým postižením. Oproti běžným uživatelům je například potřeba rozdělit přechody na zabezpečené a nezabezpečené, případně označit místa pro přecházení se zvýšenou opatrností.

ŠÍŘKA CHODNÍKU

V měřítku mapy by často chodníky nebyly ani vidět, natož pak aby bylo možné je rozpoznat hmatem. Proto se vybrané prvky modelují tzv. nad míru. V TouchIt3D výukových hmatových mapách byla například šířka chodníku provedeném uživatelském testování stanovena na 5 mm.

Foto: Radek Barviř



Zjednodušení tvaru a vyhlazení průběhu linie – využívá se u liniových znaků a u okrajů plošných znaků. U tyflomap má zvláštní význam nejen kvůli redukci náplně mapy, ale také pro snížení počtu drobných ostrých hran v mapě, jejichž čtení může být pro uživatele s těžkým zrakovým postižením problematické.

Zvětšení – kresba znaku tzv. nad míru. Cílem této metody je zákres objektu v rozměrech převyšujících jeho reálnou plochu v měřítku mapy. Uplatňuje se u řady témat, jež je potřeba znázornit dostatečně výrazně, aby byla jejich přítomnost v mapě vůbec zaznamatelná, případně odlišitelná od okolních objektů (například zvětšení šířky ulic, cest, chodníků, ale i drobných překážek v cestě apod.).

Konceptuální generalizace naopak znakový klíč mění a kartograf by ji měl provádět spolu s odborníkem na mapované téma. Zabývá se obsahem a metodami znázornění reality v mapě, přičemž konzultace s odborníkem má za cíl díky znalosti problematiky minimalizovat zkreslení při znázorňování reality. Patří sem tyto metody:

Cenzální výběr – stanovení hranice odlišující jevy, které má smysl v daném měřítku v mapě znázornit, a jevy, které budou naopak za účelem přehlednosti z mapy vypuštěny. Tato metoda se uplatňuje u všech typů map, ovšem u tyflomap bývá množství zachovaných témat obvykle nižší z důvodu požadavku na dodržení schematičnosti pro dobrou čitelnost mapy. Jedním z mnoha příkladů může být vynechání kinosálů a divadel, jelikož pro uživatele z řad osob se zrakovým postižením nemusí být tyto body zájmu tak důležité jako pobočky bank a zastávky veřejné dopravy, které naopak zachovány budou. Podobný princip může být aplikován u liniových znaků odstraněním vodních toků a železnic při zachování samostatných vrstev pro vozovku a chodník, které mají v tyflomapě pro výuku samostatného pohybu nevidomých vyšší prioritu.

Sloučení – do určité skupiny reprezentované jedním znakem se zařadí objekty s dovolenými kvalitativními rozdíly. Vytvořená kategorie se následně popíše nadřazeným (souhrnným) pojmem pro oba podobné jevy. Tuto metodu lze představit na příkladu spojení plochy lesů a parků do jedné kategorie reprezentující zeleň.

Symbolizace (prostorová redukce) – znázornění jevu odlišnou, obvykle prostоровě a graficky méně náročnou metodou. Možnou demonstrací metody symbolizace je změna plošného znázornění uliční sítě na liniové znázornění s jednotnou šířkou znaků pro všechny ulice nebo převedení několika bodových znaků reprezentujících označnický nástupišť v plochu zahrnující celý přestupní uzel.

Jevy znázorněné v tyflomapách

Z hlediska doporučeného obsahu tyflomap není možné striktně uvést, které jevy jsou pro osoby s těžkým zdravotním postižením v mapě důležité. Vše vychází z účelu mapy, jejího měřítka, technologie její výroby, ale i ze schopností a povahy uživatele.

Z dřívějších testování u map určených k plánování pohybu (Barvíř, 2017) vyplynulo, že klíčovým je zákres uliční sítě, chodníků a přechodů pro chodce. Vodstvo, vegetace a železnice v tomto typu map nejsou nutné a ocenění je pouze část uživatelů, která ve čtení tyflogramů vyniká a má zájem o detailnější přehled o charakteru území. U bodů zájmu mezi různými kategoriemi jasně dominují zastávky veřejné dopravy, vysokého zájmu se dostává také finančním a poštovním službám, restauračním a ubytovacím zařízením. Menší zájem byl shledán v případě zákresu úřadů, kulturních institucí a turistických památek. Minimální byl mezi respondenty uživatelského testování z hlediska významu obsahu mapy zájem o vzdělávací instituce. Tyflografické znaky se doporučuje rozlišit do čtyř, maximálně pěti výškových úrovní.

Informační zdroje

BARVÍŘ, R. *3D tisk tyflogramů propojitelných s mobilními zařízeními*. Olomouc, 2017. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce RNDr. Jan Brus, Ph.D.

BARVÍŘ, R., VONDRÁKOVÁ, A., RŮŽIČKOVÁ, V. *Graphic complexity of tactile maps*. In: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018 Proceedings, 2018, s. 681–688. DOI: 10.5593/sgem2018/2.3/S11.086

BARVÍŘ, R., VOŽENÍLEK, V., VONDRÁKOVÁ, A. Náplň mapy: přístupy k vymezení a měření. *Kartografické listy*, 2019, 27(2), s. 39–50.

FAIRBAIRN, D. Measuring Map Complexity. *The Cartographic Journal*, 2006, 43(3), s. 224–238. DOI: 10.1179/000870406X169883

SCHNUR, S., BEKTAŞ, K., ÇÖLTEKIN, A. Measured and perceived visual complexity: a comparative study among three online map providers. *Cartography and Geographic Information Science*, 2017, 45(3), s. 238–254. DOI: 10.1080/15230406.2017.1323676

SUCHOV, V. I. Application of information theory in generalization of map contents. In *International Yearbook of Cartography*, 1970, s. 41–47.

VEVERKA, B., ZIMOVÁ, R. *Topografická a tematická kartografie*. Praha: Vydavatelství ČVÚT, 2008. ISBN 80-04-25153-6.

VONDRÁKOVÁ, A. *Netechnologické aspekty mapové tvorby*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-3970-9.

VOŽENÍLEK, V. a kol. *Hmatové mapy technologií 3D tisku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2697-6.

VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol. *Metody tematické kartografie: Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2790-4.

TÉMA DOKTORSKÉ PRÁCE

Vzhledem k tomu, že náplň mapy a její výpočet jsou ústředním tématem disertační práce Mgr. Barvíře, budou informační zdroje přibývat. Publikáční činnost můžete sledovat na <http://www.geoinformatics.upol.cz/member/radek-barvir>.

OBRAZEM

Při návrhu tyflomap je, více než u běžných map, vhodné přizpůsobovat návrh mapy potřebám uživatelů. Sledování **uživatelských potřeb** vede k zajištění jejich lepší čitelnosti a využitelnosti. Tyflomapy jsou oproti klasickým mapám silně generalizované, tedy graficky i obsahově zjednodušené, a zobrazují tak jen úzkou podmnožinu reálného světa. Jejich **náplň je pro čtení hmatem** nutné udržovat na nízké úrovni. Některé objekty z reálného světa běžné pro klasické mapy jsou zcela vynechány, upozaděny nebo značně deformovány za účelem čitelného znázornění objektů významnějších. Důležité je dbát zejména na dobrou odlišitelnost výškových vrstev, minimální šířku liniových prvků a dohmatatelnost povrchu negativního reliéfu.



JEDNODUCHÉ MAPY

Tyflomapy jsou často velmi zjednodušeným obrazem reality. Vyobrazená mapa Řecka rozlišuje pouze dvě výškové úrovně – souš a moře. Popis navíc obsahuje jen zkratky místopisných názvů.

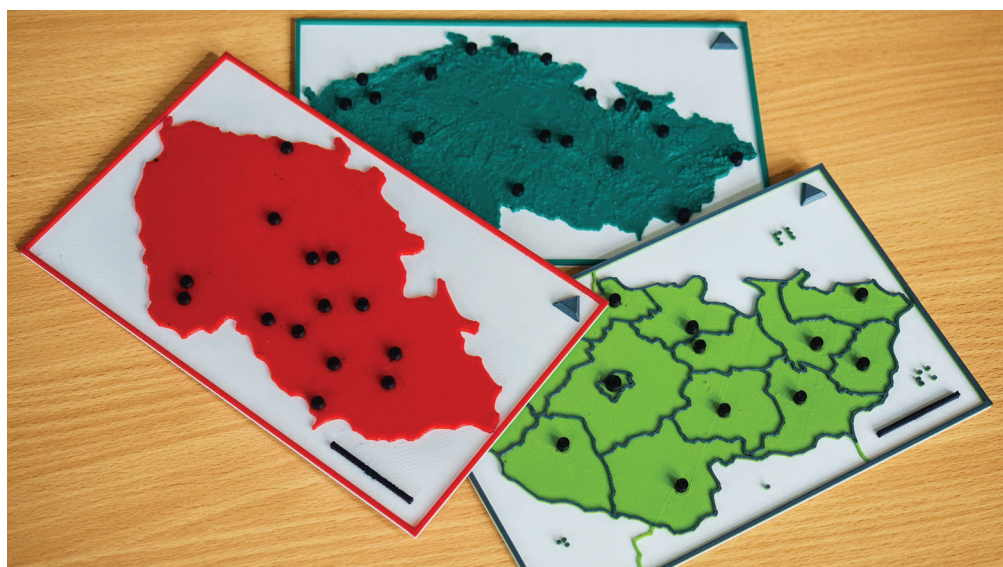
Foto: Viktor Čáp



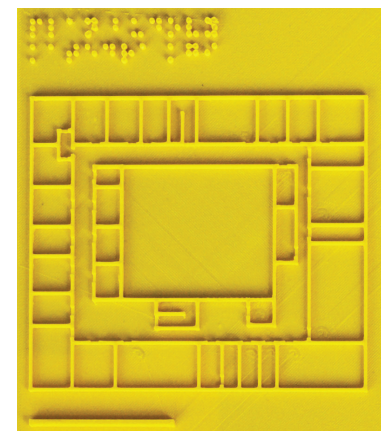
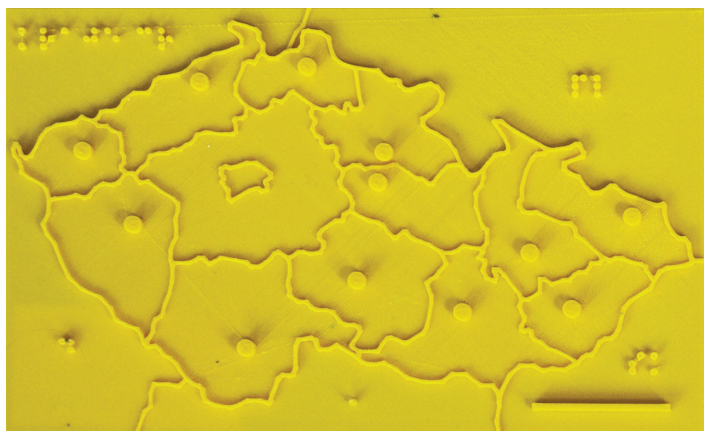
RŮZNÁ TÉMATA

Na jediné mapě nikdy není možné zobrazit všechny prvky z reálného světa, u tyflomap obzvláště. Různá témata, například administrativní členění, terénní členění a památky UNESCO, je proto vhodné rozdělit na několik samostatných map.

Foto: David Motlíček



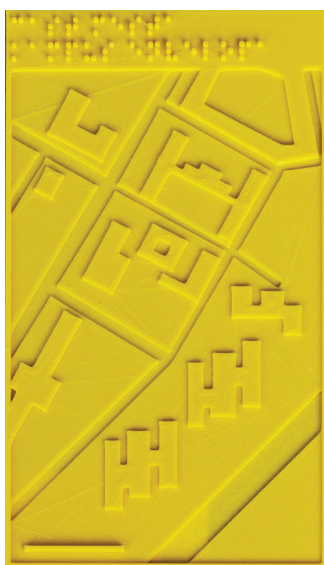
ÚROVNĚ ABSTRAKCE



MĚŘITKO MAPY

Generalizace map je úzce spjata s měřítkem mapy. U velkoměřítkových plánů je možné znázornit podrobně i jednotlivé místnosti, zatímco ve velmi malém měřítku může být nejmenším rozlišovaným objektem planeta.

Foto: David Motlíček (5x)

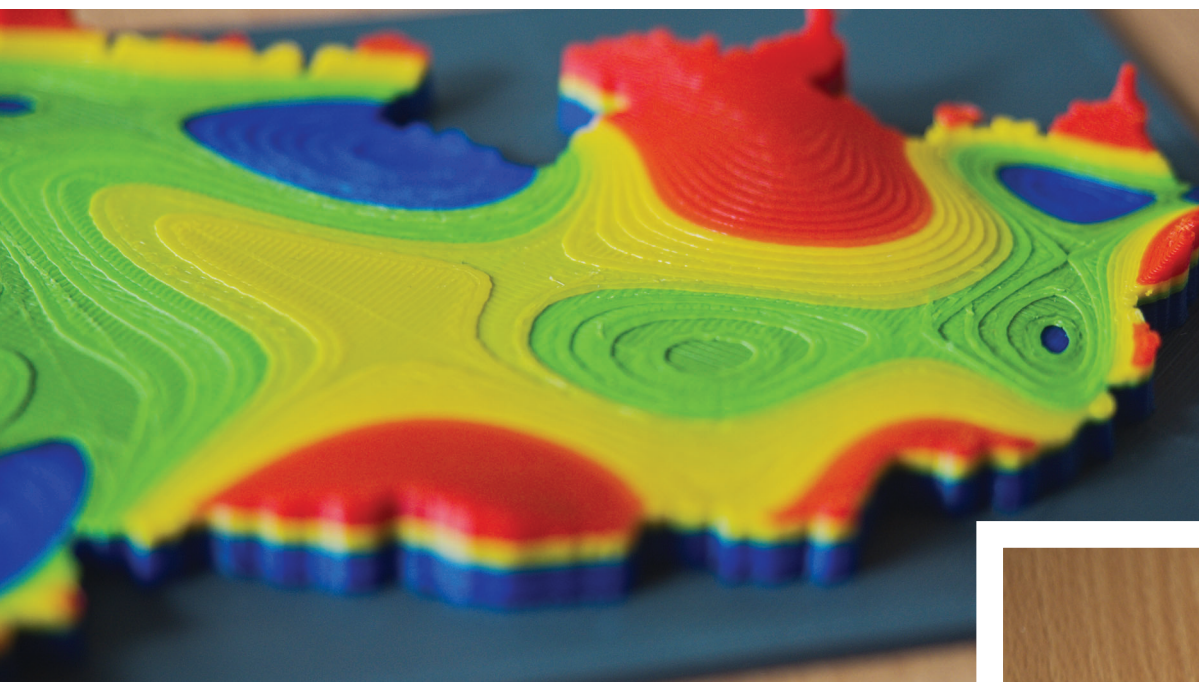


ZÁMĚRNÉ ZKRESLENÍ VYBRANÝCH PRVKŮ PRO LEPŠÍ ČITELNOST

Při návrhu tyflobropy je třeba dbát na to, aby byly všechny povrchy rozlišitelné a hmatem zaznamenatelné. Na výšce vrstev závisí také jejich minimální šířka. Na vyobrazené mapě byly plochy označující chodníky uměle zvětšeny na šířku 5 mm.

Foto: Viktor Čáp



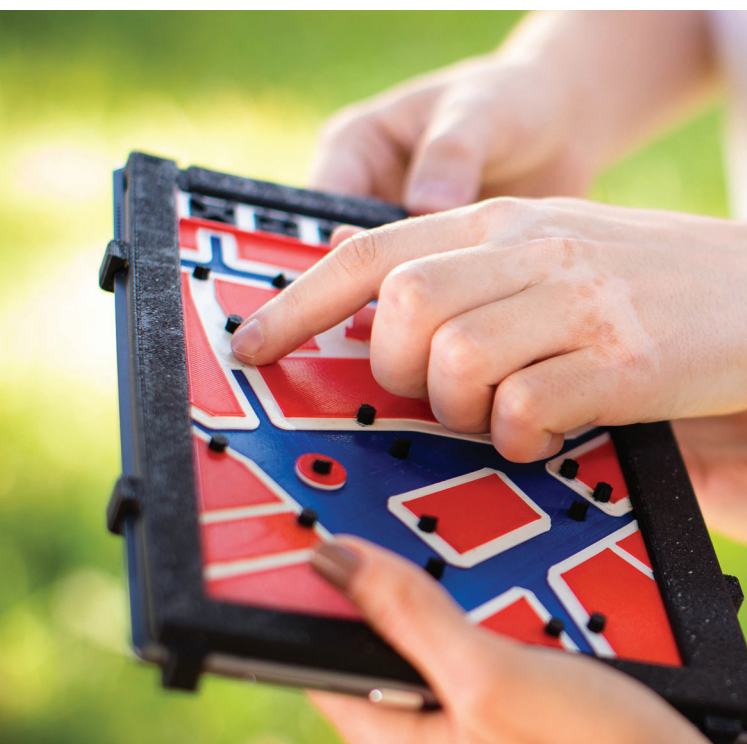


ROZLIŠITELNOST VRSTEV

K výškovému odlišení vrstev existují rozporuplné přístupy. Zatímco na některých mapách rozdíl vyvýšení sousedních vrstev představuje několik milimetrů, na jiných tyflomapách se pohybuje jen v řádu zlomků milimetru. Mnohem významnější roli hraje počet vrstev, který by pro snadnou čitelnost neměl přesahovat pět.

U spojitých povrchů, jako je například zemský povrch či teplota vzduchu, však lze využít plynulé přechody bez rozdělení do diskrétních vrstev. Na modelu se tak v případě 3D tisku projeví jen drobné vrstvení způsobené principem výroby.

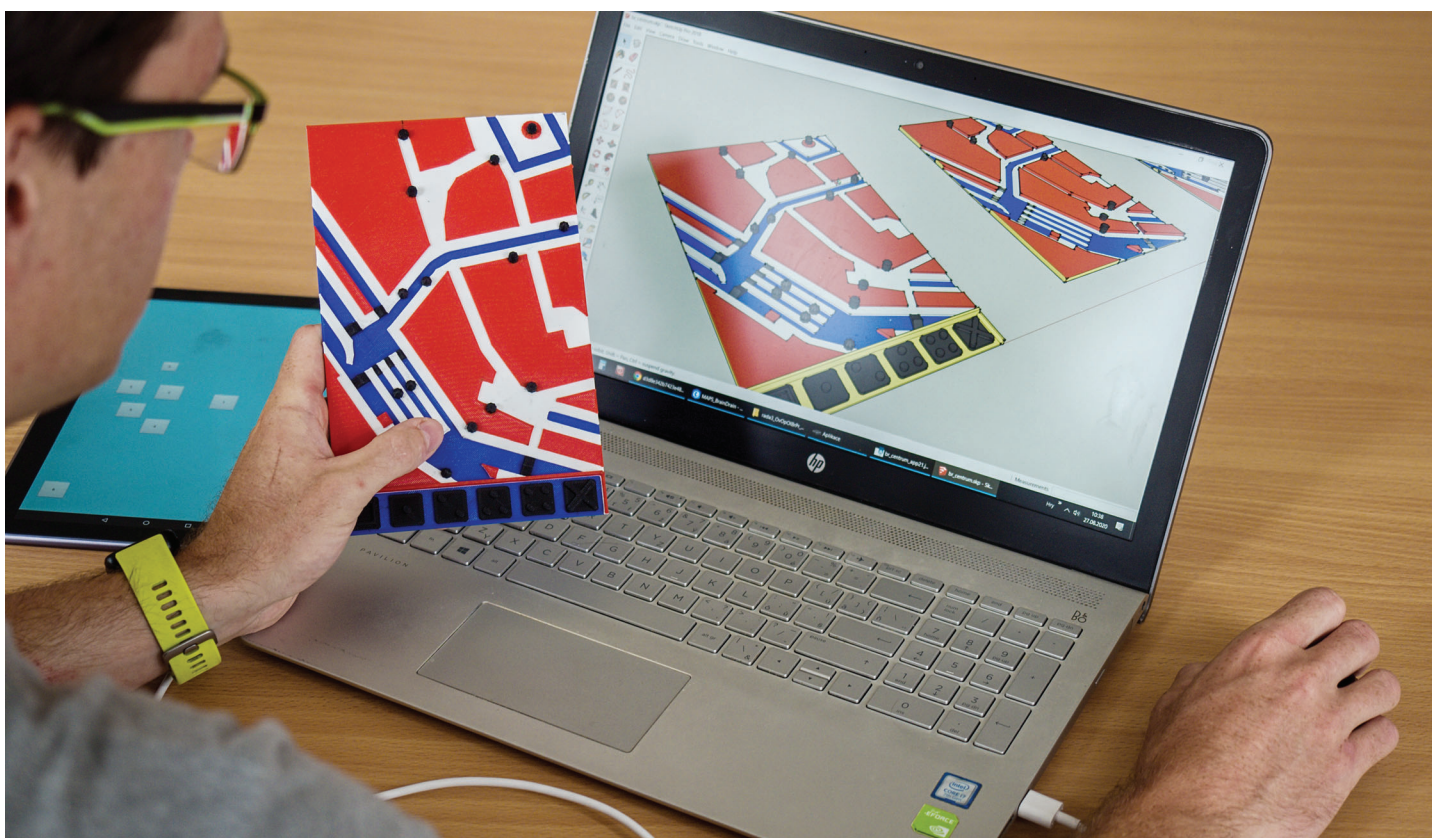
Foto: David Motlíček (2x)



LIMITY LIDSKÉHO HMATU

Výškový rozdíl jednotlivých vrstev ovlivňuje také dohmatatelnost negativního reliéfu. Je proto vhodné vždy posoudit, zda i povrch nejnižše zapuštěných ploch je přes okolní vyvýšené vrstvy dohmatatelný. Pokud ne, je vhodné zvážit větší šířku nižších vrstev, reprezentujících například ulice mezi plochami zástavby.

Foto: Viktor Čáp



MOŽNOST PŘÍZPŮBENÍ

Díky 3D tisku jako vhodnému nástroji pro prototypování je možné design map upravovat, případně více generalizovat na základě výsledků uživatelského testování. Nadbytečné znaky tak mohou být pro udržení nízké náplně mapy operativně odebrány nebo zjednodušeny.

Foto: David Motlíček

POSTUPNÉ UČENÍ

Pro nácvik čtení tyflopap lze také vytvořit samostatné modely pro jednotlivé vrstvy přítomné v mapě. Nejdříve tak může uživatel nastudovat například rozložení budov, následně chodníků a až poté číst celou mapu.

Foto: David Motlíček





BRAILLOVO PÍSMO NA MAPÁCH

Braillovo písmo, respektive popis provedený tímto písmem jsou hlavním rozpoznávacím znamením, že se jedná o pomůcku pro osobu s těžkým zrakovým postižením. Zcela běžně se lze setkat s Braillovým písmem na tlačítkách ve výtahu, s rozvojem péče o zdravotně postižené jsou ale tyto nápisy čím dál běžnější i na dalších místech, jako jsou zastávky MHD, informační cedule apod.

Historie písem pro osoby se zrakovým postižením

Absence možnosti čtení psaného textu byla pro osoby s těžkým zrakovým postižením od nepaměti značným handicapem, který jim často i znemožňoval se ve společnosti uplatnit. Již od starověku se tak objevovaly **pokusy o vývoj hmatem čitelných liter**. Zprvu šlo zejména o individuální pokusy blízkých a přátel osob se zrakovým postižením. Smýkal (1994) uvádí, že byť většina těchto pokusů ještě před existencí kolektivní výchovy a vzděláváním nevidomých usilovala o transkripci latiniky do reliéfní formy, nevidomí sami upřednostňovali používání speciálních znakových systémů. Důvod lze spatřovat v obtížné hmatové rozlišitelnosti běžných písem, které však měly naopak výhodu v tom, že nevyžadovaly od učitelů znalost nového systému znaků, jak popisuje Krůčková (2017).

Ústavy pro **systematické vzdělávání nevidomých** se začaly objevovat v době Francouzské revoluce. V roce 1784 bylo Valentinem Haüyem založeno první výchovně-vzdělávací zařízení pro nevidomé (Finková a kol., 2011). Právě Valentin Haüy v tomto roce také vytváří vlastní návrh reliéfní latiniky – písma pro nevidomé. Haüyův knihtisk spočívající v lisování papíru na kovové matici tak přinesl novou možnost, jak vytvořit reliéfní povrch na papírových listech (D'Andrea, 2009). Písmena v tomto systému musela z důvodu čitelnosti dosahovat velkých rozměrů, a proto došlo brzy k sestavení zkratkopisné formy šetřící v té době vzácný papír. Písmo následně upravil Haüyeho nevidomý žák F. Lesueur (Smýkal, 1994). Vývoji a použití písem pro nevidomé se věnovali také Francesco Lana Terzi (první písmo koncipované z bodů), James Gall (trojúhelníkový systém) a J. W. Klein (propichovaná a hladká forma latiniky), jak popisuje Zgarbová (2015).

Zvrat nastal v roce 1825, kdy **Louis Braille** přišel se svým písmem, které bylo velkou částí nevidomých velmi kladně přijato. V té době šestnáctiletý student zvyklý na těžko čitelné vojenské dvanáctibodové písmo Charlese Barbiera de la Serre zvítězil v žákovské soutěži s prací *Nouveau procédé pour représenter par des pounts la forme même des lettres Ouvrage en relief de Louis Braille* (v překladu Nový postup, jak zana-

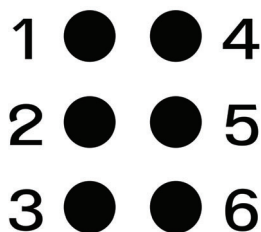
6

RELIÉFNÍ LATINKA

Postupem doby se ukázalo, že pro čtení hmatem není latinka ideální. V takzvané perličkové latinice je čítanka Františka Pavlíka (vydána Moravskoslezským ústavem pro slepé v roce 1896).

A PROJDI SVĚTA ŠI
NENAJDEŠ JINÉ NE
ZDE'S, MILÉ DÍTĚ, Z
SE NA MATINKU SMĚ
ZDE'S ÚTLÉ RUCE S
UČÍO SE BOHA ZNÁT

ŠESTIBODOVÝ SYSTÉM
Braillovo písmo vychází z kombinací šesti bodů. Využívána je soustava 63 kombinací podle tzv. Braillova klíče.



menávat pomocí bodů samotný tvar písmen, zeměpisné mapy, geometrické útvary, hudební znaky pro potřebu slepců od Louise Brailly), jak uvádí Smýkal (2006). Čtenáři na něm ocenili velikost znaku o velikosti bříška prstu, odborníci však nový systém zprvu nepodporovali. Národní ústav pro mladé slepce jej schválil až v roce 1850 a širší známosti se Braillovu písmu dostalo dlouho po smrti jeho autora v průběhu 30. let 20. století (Kručková, 2017).

Princip Braillova písma

Dnes je Braillovo písmo nejznámějším a nejvyužívanějším znakovým systémem pro osoby se zrakovým postižením. Písmo je složeno z **kombinací šesti bodů**, z nichž se jeden až pět bodů vypouští, a tím vzniká unikátní kombinace reprezentující znak. Základní šestibodí se skládá ze dvou tříbodových sloupců postavených vedle sebe (Jesenský, 1998). Braillovým písmem lze zapsat číslce, písmena, interpunkční znaménka a znaky znázorňující instrukce pro čtenáře (tzv. prefixy). Písmo využívá stejné znaky pro velkou i malou abecedu. Pro jejich odlišení využívá speciální prefix. Určité kombinace bodů jsou vyhrazeny pro speciální znaky, a proto se abecedy pro jednotlivé jazyky a v různých státech liší (Krajčovičová, 2015).

Tvorba znaků není náhodná. Písmena jsou uspořádána do řádků, vždy po deseti písmenech, a systematicky tak využívají soustavu tvořenou **63 kombinacemi** podle tzv. Braillova klíče. Prvních deset znaků v klíči (písmena a–j) využívají kombinace bodů 1, 2, 4 a 5. Druhá série (k–t) využívá stejné kombinace spolu s bodem 3. Třetí řádek Braillova klíče (písmena u–z a další znaky) napodobuje řádek druhý a přidává k němu bod 6. Čtvrtý řádek přidává k prvnímu pouze bod 6, pátý pak využívá pouze kombinací bodů 3–6 a šestý kombinuje body 2, 3, 5 a 6 (Květoňová-Švecová, 1998). Velké písmeno se označuje předsažením prefixu tvořeného bodem 6, číslice prefixem tvořeným body 3–6. Řadová číslice napodobující tečku v latině je následována znakem tvořeným bodem 3. Pravidla pro speciální znaky nejsou jednotná, liší se mezi systémy jednotlivých zemí a jazyky. Pokud tak čtenář nezná znakovou sadu cizího jazyka, není schopen napsat v Braillově písmu v cizině ani přečíst (Krajčovičová, 2015). S rozvojem výpočetní techniky se začíná objevovat také osmibodová varianta Braillova písma umožňující vyjádření každého znaku unikátní kombinací bodů 1–8 bez nutnosti použití prefixů.

Polohu a **vlastnosti bodů** hmatového písma určují normy, které se mohou lišit v různých zemích. V Evropě je zažitý průměr každého reliéfního bodu 1,3 mm, rozteč 2,5 mm mezi jednotlivými body znaku, 6 mm mezi stejnými body vedlejších znaků v rámci slova, 12 mm pak mezi prvním a posledním znakem slova a 10 mm mezi stejnými body znaků na sousedních řádcích (Mezírka, 2012). Obvyklá velikost znaku je tedy přibližně 4 × 6,5 mm (i s okolními mezerami pak 6 × 10 mm). To umožňuje na listu formátu A4 zaznamenat asi 800–900 znaků, respektive cca 27 řádků, což je

přibližně pětina oproti běžnému textu (Gonzúrová, 1997). Lze však očekávat, že se tyto parametry budou dále vyvíjet s rozvojem nauky tyflografiky a s novými technologickými možnostmi.

Využití Braillova písma

Braillovo písmo nachází **uplatnění na celé škále tyflografických produktů**. Kromě knih, časopisů a popisů obrázků informují čtenáře reliéfní znaky také například na obalu léčiv, některých semaforech, u místenek ve vlaku, vstupů do kanceláří či na informačních tabulích u turistických cílů. Popisy mohou být vyvedeny buď pouze v hmatovém písmu, nebo v hmatovém písmu spolu s černotiskem zároveň. Braillovo písmo umožňuje záznam nejen písmen, ale také číslic, dalších znaků, v některých jazycích i vybraných slov, případně hudební notace (Krolick, 1996).

Pro **psaní textů pomocí Braillova písma** existuje řada pomůcek, jako jsou tzv. Pichtův stroj (slepecký psací stroj), pražská tabulka (vypichování znaků formou negativního reliéfu), dymokleště (tvorba popisů na samolepicí pásku) a další (Bobková, 2013). V současnosti se pro výrobu reliéfních povrchů často využívá fuzérů. Černý potisk, případně zákres tmavým fixem na termocitlivém mikrokapsulovém papíře po průchodu fuzérem po expozici infračervenými paprsky nabude na objemu a vytváří pozitivní reliéf oproti bílému podkladu, který zůstává v původní výšce. Objevují se i moderní metody pro implementaci psaní Braillova písma pomocí klávesnice mobilních zařízení (Hryzák, 2018).

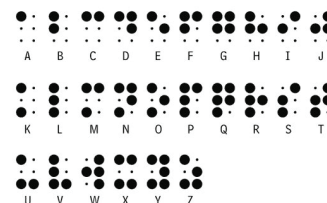
Popis na mapách

Braillovo písmo se objevuje i v **tyflomapách a hmatových plánech**, a to jak v legendě mapy, tak i jako popis tyflokartografických znaků v mapovém poli. Z důvodu značné velikosti znaků písmen a limitované plochy mapy však často dochází ke zkratkovitému popisu. Například nejznámější český mapový portál Mapy.cz od roku 2014 nabízí ke stažení podklady pro snadnou výrobu podrobných **haptických map** celého Česka. Později se haptické mapy rozšířily do tří úrovní podrobnosti a od roku 2019 je lze získat pro celou Evropu. U nejmenšího měřítka jsou Braillovým písmem zkratkou prvních dvou písmen názvu popsána významná regionální centra a číslem také dálniční síť. U map středního detailu se popis ve stejném režimu rozšiřuje na všechny obce a jejich části. Největší měřítka obsahuje popis ulic tvořený zkratkou prvních tří souhlásek jejich názvu (například ulice Na Bystřičce je zkrácena na sekvenci nbs). Haptické mapy od společnosti Mapy.cz je možné vyrobit metodou termotisku pomocí fuzéru.

Braillovo písmo lze aplikovat také na **jednoduché mapy** vyráběné pomocí braillovských tiskáren a technologie založené na principu tlačeného plastu či plechu (Vože-

BRAILLOVA ABECEDA

Popularita Braillova písma mezi uživateli způsobila celosvětové rozšíření. Přesto se znakové sady v různých jazycích liší a je potřeba je znát stejně jako cizí jazyk.



nílek a kol., 2010). Písmo je zde dostatečně výrazné a obzvláště u vytlačení je povrch pro čtení velmi příjemný, protože je vyhlazený.

K výrobě tyflomap a potažmo i jejich popisu pomocí Braillova písma se poslední dobou čím dál častěji využívá **3D tisk** (viz kapitola 2). Jednotlivé technologie 3D tisku se však svou podstatou, možnostmi i podrobností výsledku značně liší, a proto realizace Braillova písma není u všech technologií nejvhodnější. Dobrého výsledku dosahují při tvorbě písma práškové technologie (Vondráková, 2014). Výsledek je dostatečně detailní a zároveň hladký tak, že je možné popisy bříškem prstu číst. Ještě hladšího výsledku dosahují polyjetové technologie. U těchto tisků tvořených vytvrzeným fotopolymerem však panují dohady o účincích látky na zdraví při kontaktu s kůží (Malshe a kol., 2015), a tak jej nelze s určitostí pro výrobu tyflomap doporučit. Přesto vznikají studie kombinující běžný 3D tisk z plastů se segmenty popisu vytvářenými pomocí polyjetové technologie.

Nejběžnější metoda plastového 3D tisku – Fused Filament Fabrication (FFF) – však samotná není pro tisk Braillova písma příliš vhodná. Vytvořené body jsou obvykle příliš ostré na čtení, zároveň se jejich velikost pohybuje na hranici tisknutelnosti u většiny tiskáren. Běžně používaná šířka trysky totiž dosahuje 0,4 mm, přičemž šířka stopy je u tohoto průměru trysky dle nastavení obvykle 0,5–0,7 mm. Tyto parametry umožňují vytvoření jednoho bodu pomocí jednoduchého obrysu, jehož soudržnost s tělem tyflomapy je velmi nízká. Navíc běžné tiskárny dosahují velikosti podložky cca 20 × 20 cm (Brus a kol., 2015), velikost tyflomap je tím značně limitována a popis Braillovým písmem se oproti doporučeným velikostem často zmenšuje. Využití levných 3D tiskáren pro tisk tyflomap s Braillovým písmem popisuje Kohn (2015).

Již dříve se proto v **tyflokartografickém výzkumu** začaly objevovat pokusy o sdělení alespoň části informací zachycených v mapě pomocí zvukového doprovodu. Moderní multimediální tyflomapy (Voženílek a kol., 2010) kombinovaly Braillovo písmo v legendě a zkrácené popisy znaků v mapovém poli s implementovanými tlačítky spouštějícími přednahrátý zvukový popis znázorněného prvku. Technologie TouchIt3D poté přichází s konceptem, kdy mapy neobsahují žádný popis Braillovým písmem a veškeré popisné informace včetně názvu mapy a vysvětlení významu jednotlivých reliéfních vrstev jsou sdělovány prostřednictvím audiodoprovodu (Barvíř, 2017). V navazujícím výzkumu byl systém doplněn o možnost různých popisů každého interaktivního mapového znaku dle zvoleného režimu, tedy například základní popis, podrobný popis, reakce na zadaný úkol, popis trasy mezi dvojicí bodů (Vondráková a kol., 2019). Vypuštění fyzické podoby popisů pak přispěje ke snížení náplně tyflomap. Informace přitom zůstávají zachovány, případně mohou být dokonce rozšířeny (Barvíř a kol., 2019).

Informační zdroje

- BARVÍŘ, R. *3D tisk tyflomap propojitelných s mobilními zařízeními*. Olomouc, 2017. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce RNDr. Jan Brus, Ph.D.
- BARVÍŘ, R., BRUS, J., VONDRÁKOVÁ, A. *Redukce náplně tyflomap prostřednictvím technologie TouchIt3D* [poster]. Konference GIS Esri v České republice 2019, 2019.
- BOBKOVÁ, V. *Nácvik Braillova písma v předškolním věku*. Olomouc, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta.
- BRUS, J., BARVÍŘ, R. Coping with Integrating Low-Cost 3D Printing and Surface Models: A Case Study on Prusa i3. In *Surface Models for Geosciences*. Springer International Publishing, 2015, s. 45–59. DOI: 10.1007/978-3-319-18407-4_5
- D'ANDREA, F. M. A History of Instructional Methods in Uncontracted and Contracted Braille. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. 2009, 103(10). DOI: 10.1177/0145482X0910301003
- FINKOVÁ, D., RŮŽIČKOVÁ, V., STEJSKALOVÁ, K. *Dítě se zrakovým postižením v raném a předškolním věku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2743-0.
- GONZÚROVÁ, W. *Příručka pro přepis černotisku do bodového písma*. Praha: Knihovna a tiskárna pro nevidomé K. E. Macana, 1997.
- HRYZÁK, O. *Vývoj vstupní metody pro Android využívající Braillovo písmo*. Praha, 2018. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze.
- JESENSKÝ, J. *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1998.
- KOHN, J. *Testování a tisk multimediálních 3D tyflomap*. Olomouc, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.
- KRAJČOVIČOVÁ, M. *Interkulturní komunikace pomocí Braillova písma*. Plzeň, 2015. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- KROLICK, B. *New International Manual Of Braille Music Notation* [online]. World Blind Union, The Braille Music Subcommittee, 1996. [cit. 2020-06-12]. ISBN 90-9009269-2. Dostupné z: https://www.golden-chord.com/docs/documents/new_international_manual_gdchd1002.pdf
- KRŮČKOVÁ, J. *Hmatové tisky pro nevidomé a jejich využití v České republice*. Brno, 2017. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- KVĚTOŇOVÁ-ŠVECOVÁ, L. *Oftalmopedie*. Brno: Paido, 1998. Edice pedagogické literatury. ISBN 80-859-3158-8.

KVALIFIKAČNÍ PRÁCE

Při výzkumu na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci vznikla řada bakalářských a diplomových prací na související témata. Všechny práce jsou k dispozici online prostřednictvím portálu www.thesis.cz.

PROBLEMATICKÝ TISK

Tisk Braillova písma na nejrozšířenějších 3D tiskárnách je velmi obtížný. Písmo má ostré hrany a špatně se čte. Vytvořit oblé tvary jednotlivých bodů je při dostupných šířkách trysek v podstatě nemožné.

Foto: Jakub Čermák

MALSHE, H., NAGARAJAN, H., PAN, Y., HAAPALA, K. Profile of sustainability in additive manufacturing and environmental assesment of a novel stereolithography process. In *Proceedings of the ASME 10th International Manufacturing Science and Engineering Conference*. 2. Charlotte, 2015. ISBN 978-0-7918-5683-3. DOI: 10.1115/MSEC20159371

MEZÍRKA, M. *Čtečka Braillova písma*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

SMÝKAL, J. *Pohled do dějin slepeckého písma*. Praha: Česká unie nevidomých a slabozrakých ve spolupráci s vydavatelstvím R&T Brno, 1994.

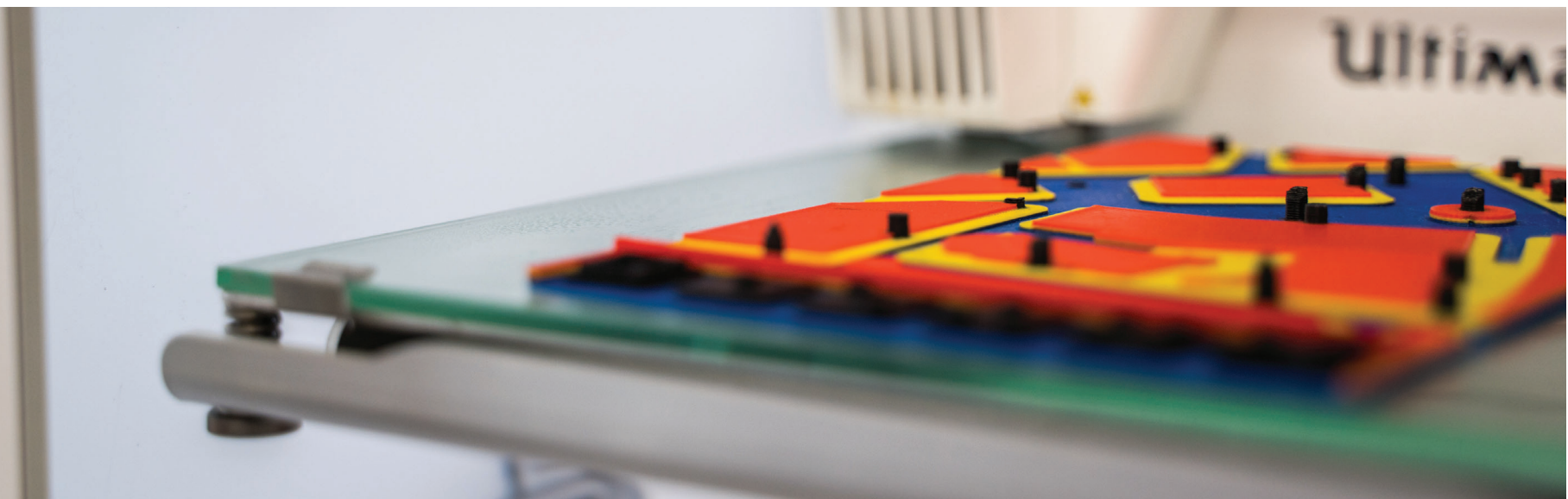
SMÝKAL, J. *Tyflopedický lexikon jmenný*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2006. Knižnice oddělení dokumentace tyflopedických informací. ISBN 80-864-1338-1.

VONDRÁKOVÁ, A. *Netechnologické aspekty mapové tvorby*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-3970-9.

VONDRÁKOVÁ, A., BARVÍŘ, R., BRUS, J. *The Specifics of Cartographic Semiology in Tactile Maps*. *Abstracts of the ICA* [online]. 2019, 1, s. 1–2 [cit. 2020-06-14]. DOI: 10.5194/ica-abs-1-385-2019. ISSN 2570-2106. Dostupné z: <https://www.abstr-int-cartogr-assoc.net/1/385/2019/>

VOŽENÍLEK, V., LUDÍKOVÁ, L., RŮŽIČKOVÁ, V., FINKOVÁ, D., VONDRÁKOVÁ, A., KOZÁKOVÁ, M., DOLEŽAL, J., REGEC, V. *Hmatové mapy technologií 3D tisku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2697-6.

ZGARBOVÁ, V. *Příprava dětí se zrakovým postižením na čtení a psaní Braillova písma*. Olomouc, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.





POPISY VE VÝTAHU

Jedno z nejběžnějších míst, kde se lze setkat s popisem v Braillově písmu.

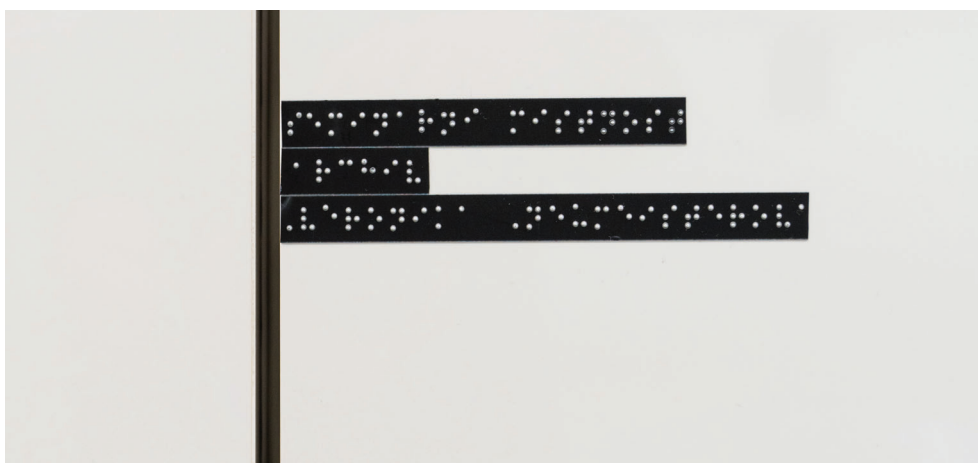
Foto: Jakub Čermák



UMĚLECKÉ SKLO

Braillový tisk se vyskytuje i na tak netradičních produktech, jako je umělecké sklo. V zahraničí (například Španělsko) jsou Braillovým písmem popsány i některé plastové láhve s nápoji, které se běžně prodávají v marketech.

Foto: Jakub Čermák



POPISY NA DVEŘÍCH

Některé instituce zavádějí popis Braillovým písmem na kanceláře. Problémem těchto popisů je, že se na ně často zapomíná při změnách uspořádání, a stávají se proto často neaktuálními.

Foto: Jakub Čermák

OBRAZEM

Dovednost **číst textové informace** je napříč věkovými kategoriemi klíčovým předpokladem pro vzdělávání, které je stěžejním faktorem při zapojování osob se zrakovým postižením do společnosti. Braillovo písmo se proto objevuje nejen na informačních tabulích, ale je také častou součástí **tyflo-map**. Slouží k popisu zakreslených mapových znaků, podání doplňkových informací i identifikaci mapy. Moderní multimediální tyfloby nabízejí způsob, jak se psaným textům vyhnout a nahradit je zvukovým popisem.

⠁	⠃	⠉	⠇	⠑	⠋	⠍	⠊	⠎	⠚
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
⠅	⠊	⠍	⠎	⠑	⠋	⠍	⠊	⠎	⠚
k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
⠥	⠧	⠨	⠬	⠭	⠮	⠠⠴⠢			
u	v	w	x	y	z	ch			
⠠⠁	⠠⠑	⠠⠊	⠠⠣	⠠⠤	⠠⠥	⠠⠥			
á	é	í	ó	ú	ý	ů			
⠠⠴	⠠⠧	⠠⠨	⠠⠬	⠠⠭	⠠⠮	⠠⠴	⠠⠚		
č	ď	ě	ň	ř	š	ť	ž		
⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠
,	;	:	+	?	!	"	(*)
⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠					
.	-	'		/					
⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠				
číselný znak	malé písmeno	velké písmeno	tetězec velkých písmen	řecké písmeno malé	řecké písmeno velké				

ČESKÁ ABECEDA

Česká abeceda Braillova písmo zahrnuje stejně jako ta v latině 42 písmen. Nechybí tedy písmeno *ch* ani písmena s diakritikou.

Zdroj: www.tyflokabinet-cb.cz



VYUŽITÍ BRILLOVA PÍSMO V MAPÁCH

Kovová informační tabule vyfocená v Oslé je vhodná pro použití v exteriéru. Kombinuje klasickou latinku pro běžné uživatele, popis v Braillově písmu pro osoby se zrakovým postižením a univerzální (tyflo)mapu zájmové oblasti.

Foto: Radek Barvíř

BRAILLOVO PÍSMO NA MAPÁCH



POPIS V MAPÁCH

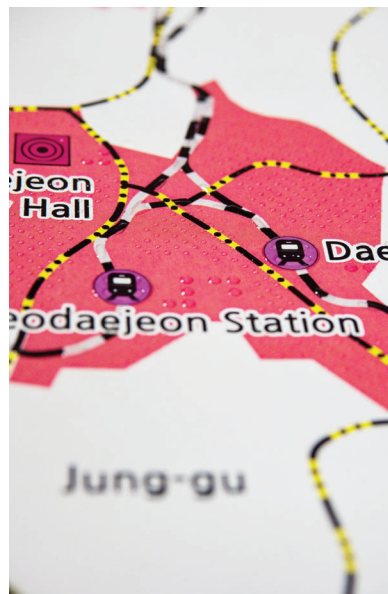
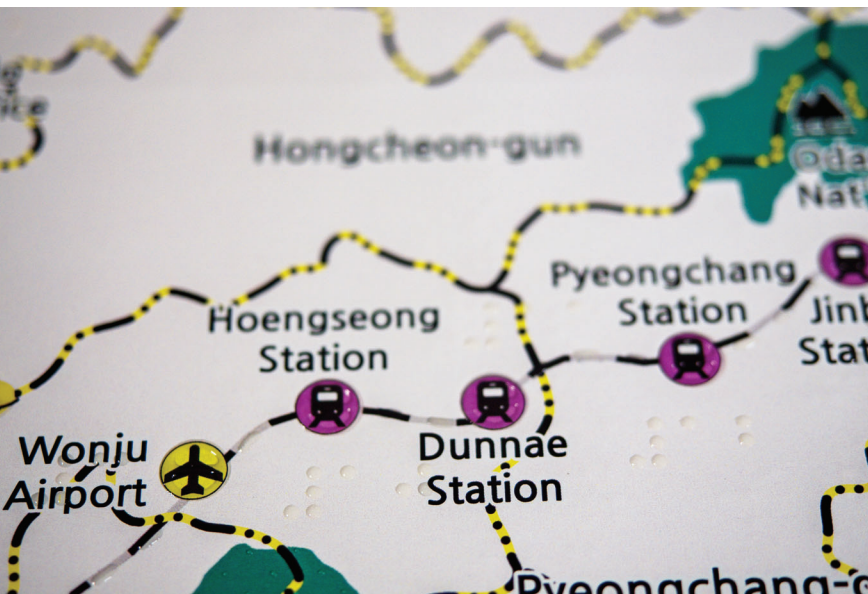
Braillovo písmo se v tyflomapách často zkracuje tak, aby celý název nezakrýval velkou plochu mapy.

Foto: Viktor Čáp

VYUŽITÍ BRAILLOVA PÍSMO V MAPÁCH

Rozsáhlejší doplňkové texty je vhodné umístit samostatně vedle mapy. Obsahují základní charakteristiku mapy a informace o mapovaném tématu či oblasti.

Foto: Viktor Čáp



KOMBINACE MAP

Mapy mohou kombinovat také kontrastní kresbu pro osoby částečně vidící a popis Braillovým písmem pro nevidomé. Na barevných tyflomapách se Braillovo písmo někdy vytváří z průhledného materiálu, čímž nenarušuje vjem při čtení mapy osobami se zbytky zraku. V korejském atlase jsou takto popsány dopravní uzly v podobě letišť a železničních stanic.

Foto: David Motlíček



POVRCH RELIÉFNÍCH BODŮ

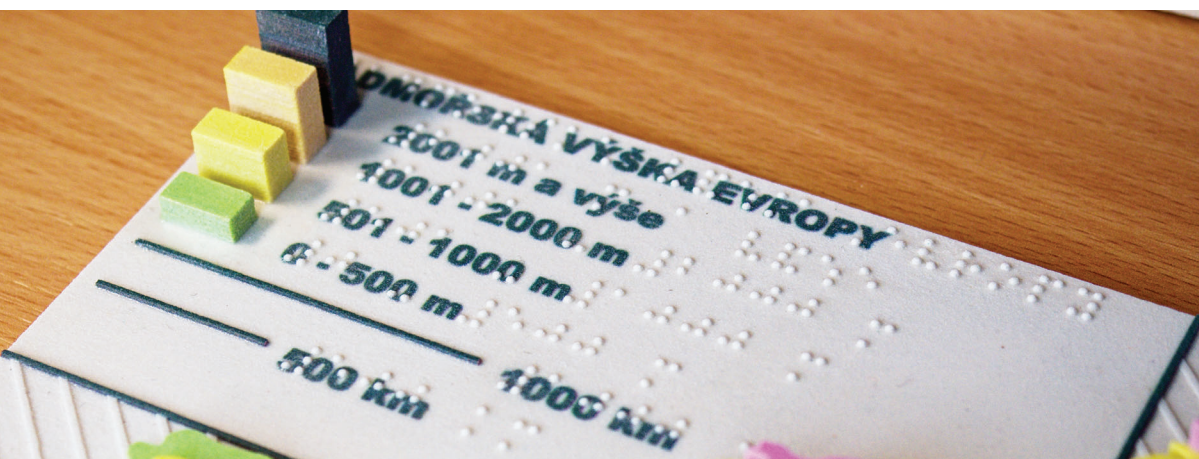
Polyjetový 3D tisk umožňuje výrobu velmi hladkého povrchu popisů. Braillovo písmo je pak příjemné pro čtení a zároveň dostatečně pevně spojené se základnou tyflomapy.

Foto: Tomáš Burian

PRÁŠKOVÉ TECHNOLOGIE

Práškové technologie 3D tisku jsou také poměrně vhodné pro tvorbu popisu Braillovým písmem. Na ukázce mapy je patrné, že zatímco u větších států se vešel celý popis státu, u jiných bylo nutné využít jen jeho zkratku.

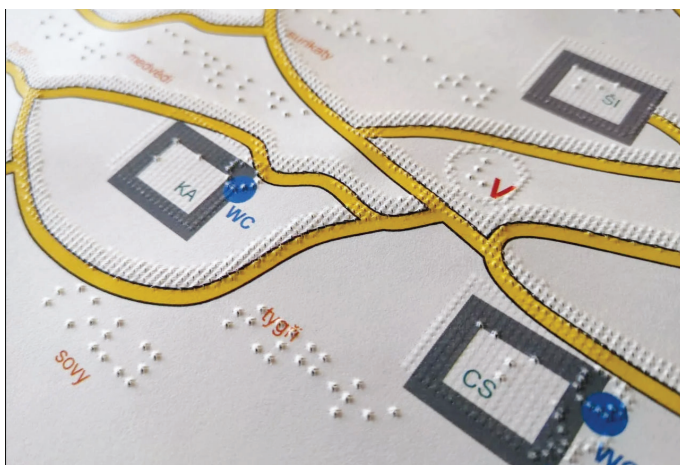
Foto: David Motlíček



POPIS MIMO MAPOVÉ POLE

Braillovo písmo nachází uplatnění nejen uvnitř mapového pole. Je rovněž důležitou součástí legendy, ve které je uživateli vysvětlen význam jednotlivých mapových znaků.

Foto: David Motlíček



BRILLSKÁ TISKÁRNA

Písmo vytvořené pomocí braillových tiskáren je další variantou reliéfního povrchu. Povrch však není tak hladký jako u formovaných plastů.

Zdroj: www.inspirante.cz



HAPTICKÉ MAPY

Popisky na tyflomapách vyrobených pomocí fuzéru na podkladu haptických map od Mapy.cz také obsahují pouze zkratky názvů ulic. Pro jejich odlišení od mapových znaků jsou obklopeny bílou ohraničující maskou.

Zdroj: www.mapy.cz



TouchIt3D TECHNOLOGIE

U technologie TouchIt3D (více o technologii v kapitole 8) lze Braillovo písmo nahradit pomocí interaktivních mapových znaků. Informace o mapovaných jevech a objektech tak jsou uživatelům sděleny pomocí hlasu a náplň mapy samotné se snižuje, čímž se stává čitelnější.

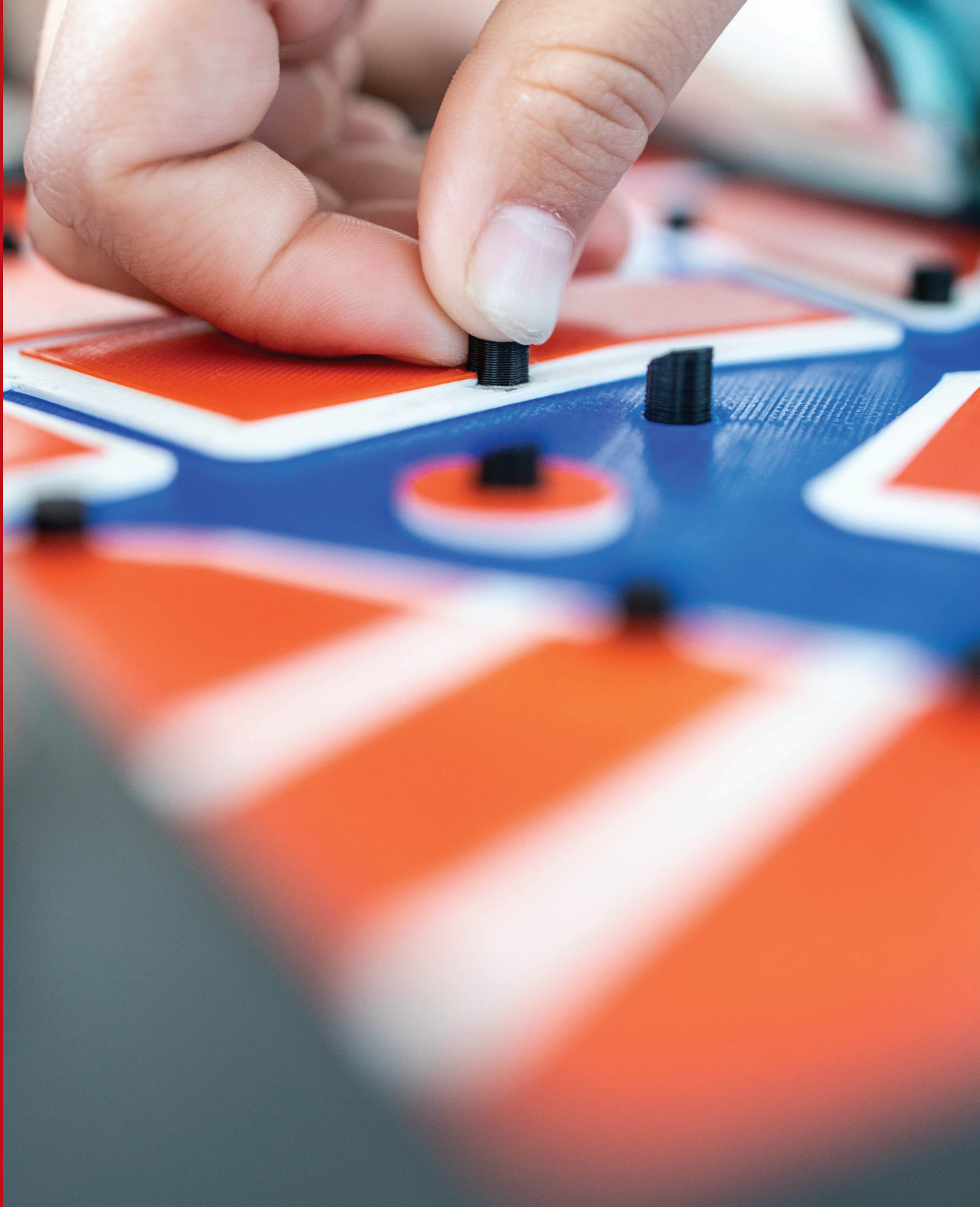
Foto: Viktor Čáp

ČÁST II

MULTIMEDIÁLNÍ TECHNOLOGIE

TouchIt3D

TactileMapTalk





Tradiční tyflomapy využívají k **přenosu informace** o atributech zobrazovaných objektů třetí rozměr, který bývá často doplněn Braillovým písmem. Pokud jsou tyto tyflomapy zhotoveny podle pravidel, mohou velmi dobře sloužit svému účelu. Nicméně i přes současný technologický vývoj spojený s výrobou tradičních tyflomap je stále jejich největší nevýhodou omezené množství informací, které jsou schopny zprostředkovat. Argumentem pro vyloučení Braillova písma jsou nejčastěji omezení spojená s hmatovou složitostí map. Velmi problematická bývá také aktualizace, protože pro změnu atributu je nutné vytvářet zcela nové verze. Z tohoto důvodu je dlouholetou snahou tyflokartografů osazovat tyflomapy multimediálními prvky a nahrazovat jednotlivé popisy Braillovým písmem audiosložkou.

Mezi hlavní výhody takových přístupů patří především **nově získaná dynamika** a zmíněná multimedialita. Tímto způsobem vznikají interaktivní tyflomapy, které mohou využívat celou řadu technologií a hardware pro zprostředkování přenosu informace směrem ke čtenáři mapy. Současné interaktivní tyflomapy umožňují mnoho uživatelských interakcí, a mohou tak předat násobně více informací a nabídnout také zcela jiný uživatelský komfort. Tyto informace mohou být dokonce aktualizovatelné v reálném čase již při samotné práci s tyflomapou. Ve snaze využívat současné technologické přístupy je tedy i výroba tyflomap oblastí, kde dochází k úspěšné technologické fúzi a existuje mnoho přístupů, jak multimediální interaktivní mapy vytvářet. Tyto přístupy se velmi liší v použité technologii, ale především v použití hardware a obecně techniky pro své fungování. Řešení využívající technologii TouchIt3D a popis specifík těchto map jsou prezentovány v následujících kapitolách.

Z pohledu existujících přístupů k doplňování **kontextuálních informací** lze interaktivní tyflomapy podle Ducasse a kol. (2018) rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou řešení tvořená pouze digitální tyflomapou, kdy se hovoří o digitální interaktivní mapě (DIM). Druhou možností je využití překryvné haptické vrstvy tvořící dotykovou plochu. Tyto přístupy jsou nejčastěji označovány jako hybridní interaktivní mapy (HIM) (Giudice a kol., 2020).

Digitální interaktivní mapy (DIM)

Základním stavebním kamenem digitálních interaktivních map je **displej zařízení** tvořící samotnou mapu. Tyto přístupy nevyužívají žádné fyzické překryvy, pro své fungování využívají pouze displej tabletu, mobilního telefonu nebo počítače. K přenosu informace se využívá **haptická odezva**, která je přenášena skrze uživa-

telské rozhraní. Pro uživatele je poté klíčová skutečnost, že není nutné před samotnou prací s mapou provádět jakoukoli registraci fyzické vrstvy, která je většinou pro nevidomé velmi komplikovaná. Z pohledu vývoje interaktivních tyflomap se jedná o přístup, kde již existuje celá řada vytvořených prototypů a aplikací. Detailní výpis jednotlivých přístupů lze nalézt v publikaci O'Modhraina a kol. (2015). V rámci uvedené kategorizace lze jmenovat **Timbremap** (Su a kol., 2010), **Open Touch/Sound Maps** (Kaklanis a kol., 2013), nebo **Haptic Soundscape Project** (Golledge a kol., 2005; Jacobson, 2004; Rice a kol., 2005). Jedním z ukázkových DIM může být **Touchover** (Poppinga a kol. 2011), který pomocí displeje zobrazuje uliční síť a pro orientaci v prostoru využívá vibrací a hlasových povelů.

Integrované přístupy

Integrované přístupy stojí na pomezí digitálních interaktivních map a hybridních interaktivních map. Pro zprostředkování hmatové vazby mohou být využity různé technologie nebo přístupy. Příkladem může být **Braille Dis 9000** (Zeng a Weber, 2010), který je tvořen integrací GIS databáze a velkého maticového pole s piny. Některá z řešení integrovaných přístupů využívají k interakci s uživatelem Braillovo písmo.

Jako ukázkový příklad lze uvést technologii **Hyperbraille** (Kieninger a Kuhn, 1994). Tato technologie využívá kombinaci hmatového displeje (matice piezo pohonů) a stolního počítače. Lze také najít aplikace využívající blikající elementy (Schmitz a Ertl, 2012). Další zajímavou technologií je **Linespace** (Swaminathan a kol. 2016). Přístroj, který využívá technologii Linespace, se nazývá **Homefinder**. Tento systém byl vytvořen na **Hasso Platner Institute** (HPI) v Postupimi v Německu. Samotný princip fungování tohoto systému je poměrně jednoduchý. Robotické rameno umístěné na vertikální ploše ovládá hlavu 3D tiskárny, která v návaznosti na uživatelské vstupy vytváří taktilní vrstvy z plastu. Jednotlivé uživatelské vstupy jsou dále sledovány kamerou, která má za úkol monitorovat především uživatelské pohyby a následně pohybovat extruderem. Po ukončení daného kroku je možné využít škrabky a plochu vyčistit. Systém je schopen také registrovat hlasové povely. Nedostatkem všech integrovaných přístupů je problematická aktualizace obsahu a poměrně omezená mobilita (Götzelmann, 2018).

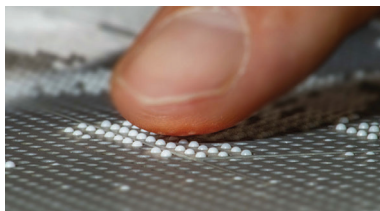
Hybridní interaktivní mapy (HIM)

Hlavním prvkem hybridních interaktivních map je **taktilní nadstavba**, která se umísťuje na dotykovou plochu. Základním principem je pak registrace vstupů uživatele skrze haptickou nadstavbu do digitálního displeje. Digitální displej registruje polohu a vyvolá patřičnou interakci. Cílem těchto přístupů je poskytnout uživatelům

HYPERBRAILLE

Technologie hmatového displeje, která funguje na principu vyvýšení bodů na hmatatelnou úroveň v pravidelné matici. Umožňuje zobrazení Braillova písma i jednoduché grafiky.

Zdroj: University of Postdam



další informace, které jsou uloženy jako multimediální obsah. Hybridní interaktivní mapy pomáhají snížit hmatovou složitost map, čímž řeší problematiku hromadění hmatového obsahu.

Snahy umístit nad displej **haptickou plochu** je možné nalézt již v 20. letech 19. století, kdy jedním z prvních pokusů byl systém nazvaný **NOMAD** (Parkes, 1988; Parkes, 1994). Tento systém již tehdy využíval digitální tablet, na kterém byla umístěna tradiční tyflomapa. V průběhu let tento audio-hmatový přístup HIM přijalo několik dalších systémů (Holmes a kol., 1996; Jacobson, 1998; Kane a kol., 2013a; Landau a Wells, 2003). Výhodou těchto řešení je samotné využití tradiční tyflomapy v kombinaci s digitálním displejem. Naopak za nedostatek lze považovat náročné vytváření a nutnost specializovaného hardware. Toto spojení může být někdy pomalé, nákladné a těžkopádné. Navíc pokud není vyřešeno uchycení fyzické mapy, může dojít k nepřesné aktivaci digitální mapy nebo nastat nefunkčnost celého systému.

Za přelomové technické řešení lze pokládat **Talking Tactile Tablet** (Landau a Gourgey, 2003). Systém tvoří dotyková plocha umožňující uživatelům umístit na tablet taktilní listy vyrobené z bobtnavého papíru. Skrze tyto listy pak uživatelé dostávají požadované informace. Systém je limitován přesností tisku vyrobených listů a není zcela intuitivní, proto uživatel musí práci s ním trénovat. Základem systému **Touchplates** (Kane a kol., 2013b) jsou překryvné vrstvy z akrylu v kombinaci s vizuálními značkami. Systém je navíc schopen dané překryvy rozpoznat automaticky. Podobnými přístupy se zabývali i další autoři (Brock, 2013a; Brock, 2013b; Brock a kol., 2015; Brule a kol., 2016; McGookin a kol., 2008; Senette a kol., 2013).

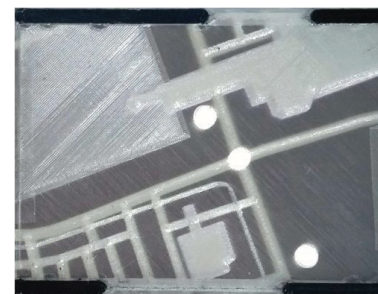
Zcela nové možnosti poté přináší **kombinace umístění vodivé 3D plochy** na displej přenosného zařízení **s dotykovou obrazovkou**. Aplikace založené na interakci s vodivým předmětem mohou přidávat interaktivitu k běžně používaným předmětům. Pro tvorbu vodivých objektů jsou v dnešní době nejčastěji používány 3D tiskárny. Zařízení na výrobu 3D modelů pracují nejčastěji na principu rozložení počítačového modelu do tenkých vrstev a jejich následného sestavení do reálného modelu v pracovním prostoru tiskárny. Vodivou vlastnost materiálů využívají i **LucentMaps** (Götzelmann, 2016). Překryvy v podobě map jsou tvořeny průsvitným plastovým materiálem s výškou do 1,9 mm, který přenáší dotyk. Dotyk může generovat zvukovou odezvu a současně využívá vodivý plast pro určování konkrétního výtisku 3D tyflomapy a k následnému generování podkladové vrstvy. Systém je schopen reagovat i na otočení tyflomapy a připravovat podklad v závislosti na rotaci tyflomapy (Götzelmann, 2018).

Za HIM může být považována také technologie **TouchIt3D**, která byla vyvinuta v roce 2014 na Univerzitě Palackého v Olomouci (Brus a kol., 2019). Tato technologie umožňuje vytvořit dva nezávislé modely, jež jsou následně spojeny do jedno-

LUCENTMAPS

LucentMaps je tyflomapa reagující na uživatelské dotyky s interaktivními prvky.

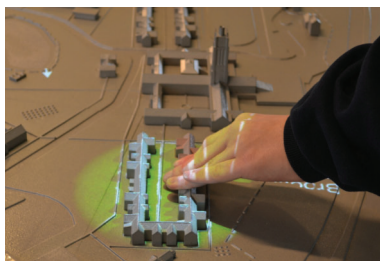
Zdroj: Götzelmann, 2016



INTERAKTIVNÍ 3D MODEL BUDOVY

Stále populárnější je tvorba 3D různých objektů, například center měst nebo nákupních středisek. V budoucnu lze očekávat rozšíření interaktivních hmatových modelů.

Zdroj: IDeA Center, University of Buffalo



ho funkčního celku pomocí 3D tisku. Použití těchto objektů je velmi široké v celé řadě aplikací. Zásadním rozdílem oproti LucentMaps je skutečnost, že vodivé části tvoří samotné interaktivní body. Oblastí s vysokým potenciálem využití jsou 3D modely sloužící pro prezentaci a navigaci (například v obchodních centrech, nemocnicích, správních budovách, letištích), přičemž tyto modely se po umístění na kapacitní displej stávají interaktivními. Primární aplikací je však využití při tvorbě interaktivních tyflomap. Podobné přístupy lze nalézt například v práci Kolitského (2016), avšak se jedná o použití interaktivních modelů, nikoliv tyflomap. V žádné dostupné studii nebylo řešeno spojování tyflomap do větších funkčních celků nebo tvorba dotykových oblastí mimo půdorys daného objektu, které nabízí právě unikátní technologie TouchIt3D. Detailně o této technologii pojednává následující kapitola.

Informační zdroje

BROCK, A. *Interactive maps for visually impaired people: design, usability and spatial cognition*. Université Toulouse 3 Paul Sabatier, 2013a.

BROCK, A. M. *Touch the map! Designing interactive maps for visually impaired people*. ACM SIGACCESS Accessibility and Computing, 2013b, (105), s. 9–14.

BROCK, A. M., TRUILLET, P., ORIOLA, B., PICARD, D. a kol. Interactivity improves usability of geographic maps for visually impaired people. *Human-Computer Interaction*, 2015, 30(2), s. 156–194.

BRULE, E., BAILLY, G., BROCK, A., VALENTIN, F. a kol. MapSense: multi-sensory interactive maps for children living with visual impairments. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2016, s. 445–457.

BRUS, J., BARVIR, R., VONDRAKOVA, A. *Interactive 3D printed haptic maps – TouchIt3D*. Cartography for specific users, 2019, 23.

DUCASSE, J., BROCK, A. M., JOUFFRAIS, C. Accessible interactive maps for visually impaired users. In *Mobility of visually impaired people*. Springer, 2018, s. 537–584.

GIUDICE, N. A., GUENTHER, B. A., JENSEN, N. A., HAASE, K. N. Cognitive mapping without vision: Comparing wayfinding performance after learning from digital touchscreen-based multimodal maps vs. embossed tactile overlays. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2020, 14, 87.

GOLLEDGE, R. G., RICE, M., JACOBSON, R. D. A commentary on the use of touch for accessing on-screen spatial representations: The process of experiencing haptic maps and graphics. *The Professional Geographer*, 2005, 57(3), s. 339–349.

GÖTZELMANN, T. LucentMaps: 3D printed audiovisual tactile maps for blind and visually impaired people. In *Proceedings of the 18th international ACM Sigaccess conference on computers and accessibility*, 2016, s. 81–90.

GÖTZELMANN, T. *Visually augmented audio-tactile graphics for visually impaired people*. ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS), 2018, 11(2), s. 1–31.

HOLMES, E., JANSSON, G., JANSSON, A. *Exploring auditorily enhanced tactile maps for travel in new environments*. Colloques-Institut National de La Sante et de La Recherche Medicale Colloques et Seminaires, 1996, s. 191–196.

JACOBSON, D. Haptic soundscapes: Developing novel multi-sensory tools to promote access to geographic information. In *WorldMinds: Geographical perspectives on 100 problems*. Springer, 2004, s. 99–103.

JACOBSON, R. D. Navigating maps with little or no sight: An audio-tactile approach. In *Content Visualization and Intermedia Representations (CVIR'98)*, 1998.

KAKLANIS, N., VOTIS, K., TZOVARAS, D. Open Touch/Sound Maps: A system to convey street data through haptic and auditory feedback. *Computers & Geosciences*, 2013, 57, s. 59–67.

KANE, S. K., MORRIS, M. R., WOB BROCK, J. O. Touchplates: low-cost tactile overlays for visually impaired touch screen users. In *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. 2013a, s. 1–8.

KANE, S. K., MORRIS, M. R., WOB BROCK, J. O. Touchplates: low-cost tactile overlays for visually impaired touch screen users. In *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. ACM, 2013b, s. 22.

KIENINGER, T., KUHN, N. Hyperbraille: a hypertext system for the blind. In *Proceedings of the first annual ACM conference on Assistive technologies*. ACM, 1994, s. 92–99.

KOLITSKY, M. A. 3D printing makes virtual world more real for blind learners. *E-mentor*, 2016, 1 (63), s. 65–70.

LANDAU, S., GOURGEY, K. A new approach to interactive audio/tactile computing: The talking tactile tablet. In *Proceedings of the Technology and Persons with Disabilities Conference*. Retrieved October. 2003, vol. 10, s. 2013.

LANDAU, S., WELLS, L. Merging tactile sensory input and audio data by means of the Talking Tactile Tablet. In *Proceedings of EuroHaptics*. 2003, vol. 3, p. 414–418.

McGOOKIN, D., BREWSTER, S., JIANG, W. Investigating touchscreen accessibility for people with visual impairments. In *Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges*. ACM, 2008, s. 298–307.

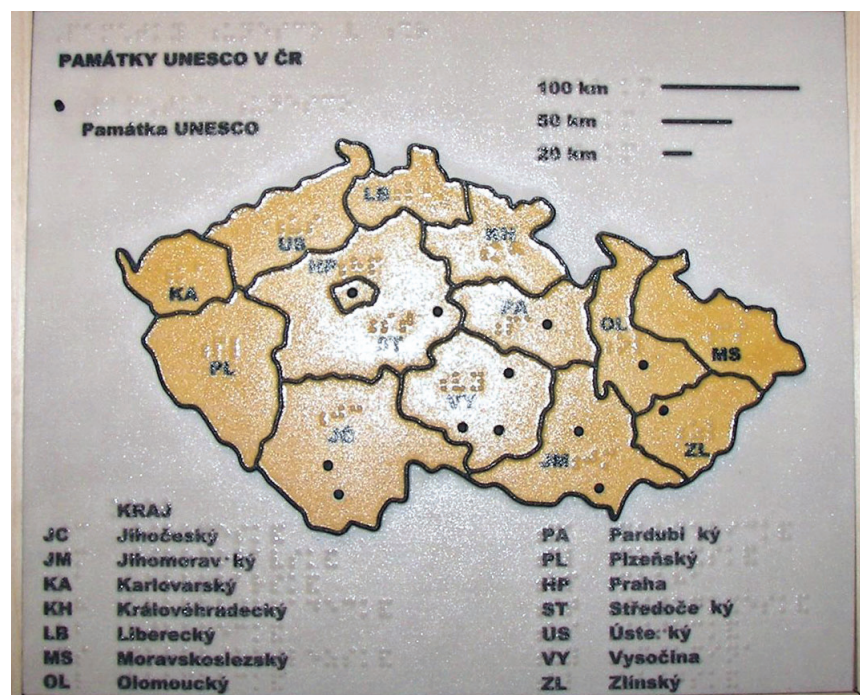
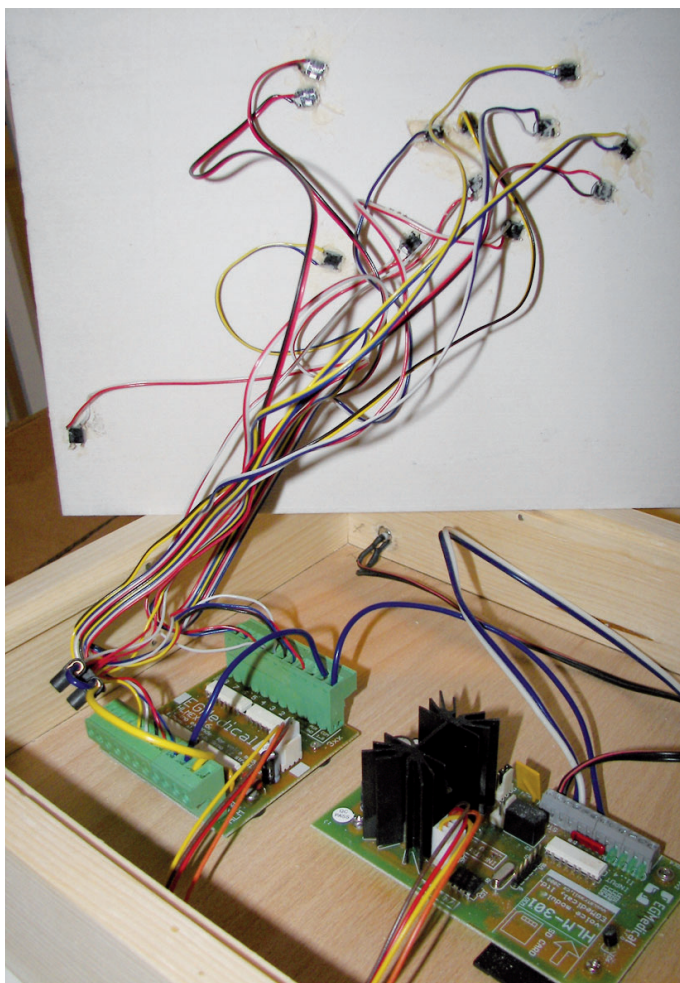
- O'MODHRAIN, S., GIUDICE, N. A., GARDNER, J. A., LEGGE, G. E. Designing media for visually-impaired users of refreshable touch displays: Possibilities and pitfalls. *IEEE transactions on haptics*, 2015, 8(3), s. 248–257.
- PARKES, NOMAD, D. An audio-tactile tool for the acquisition, use and management of spatially distributed information by partially sighted and blind persons. In *Proceedings of Second International Conference on Maps and Graphics for Visually Disabled People*, 1988, s. 24–29.
- PARKES, D. Audio tactile systems for designing and learning complex environments as a vision impaired person: static and dynamic spatial information access. *Learning Environment Technology: Selected Papers from LETA*, 1994, 94, s. 219–223.
- POPPINGA, B., MAGNUSSON, C., PIELOT, RASSMUS-GRÖHN, K. TouchOver map: audio-tactile exploration of interactive maps. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. ACM, 2011, s. 545–550.
- RICE, M., JACOBSON, R. D., GOLLEDGE, R. G., JONES, D. Design considerations for haptic and auditory map interfaces. *Cartography and Geographic Information Science*, 2005, 32(4), s. 381–391.
- SENETTE, C., BUZZI, M. C., BUZZI, M., LEPORINI, B. a kol. Enriching graphic maps to enable multimodal interaction by blind people. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. Springer, 2013, s. 576–583.
- SCHMITZ, B., ERTL, T. Interactively displaying maps on a tactile graphics display. In *Proc. 2012 Workshop on Spatial Knowledge Acquisition with Limited Information Displays*, 2012, s. 13–18.
- SU, J., ROSENZWEIG, A., GOEL, A., DE LARA, E. a kol. Timbremap: enabling the visually-impaired to use maps on touch-enabled devices. In *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*. ACM, 2010, s. 17–26.
- SWAMINATHAN, S., ROUMEN, T., KOVACS, R., STANGL, D. a kol. Linespace: A sense-making platform for the blind. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2016, s. 2175–2185.
- VOŽENÍLEK, V. a kol. *Hmatové mapy technologií 3D tisku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2697-6.
- ZENG, L., WEBER, G. *Audio-haptic browser for a geographical information system*. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons*. Springer, 2010, s. 466–473.

Při realizaci **Percepce geoprostoru prostřednictvím tyflomap moderního typu** vznikla jako prototyp multimediální mapa kombinující sádrový tisk a hardwarové součástky. Základním komponentem zvukové tyflomapy byl upravený hlasový modul HLM-301 + HLMEX-16 (automatický hlásič pro použití v průmyslu, informační a zabezpečovací technice). Hlasový modul umožňoval v základním provedení záznam 132 sekund zvuku, nicméně pro potřebu tyflomapy byla tato paměť rozšířena použitím MMC karty s kapacitou 1 024 MB. Modul měl 16 externích oddělených vstupů pro spouštění hlášení s digitální filtrací zámkitů. Hlášení byla zaznamenána se vzorkovací frekvencí 8, 12, 16 nebo 24 kHz a bylo možné nastavit časované spouštění hlášení (podle vnitřních RTC hodin modulu). Tato tyflomapa zůstala jako existující prototyp, hromadná produkce nebyla možná kvůli velmi vysokým nákladům na její výrobu (Voženílek a kol., 2010).

INSTALACE HLASOVÉHO MODULU

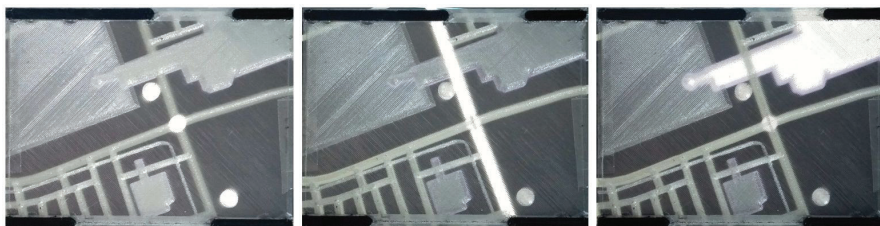
Prototyp multimediální tyflomapy byl vyroben manuálně s použitím požárního hlásiče, reproduktoru a přenosových kabelů.

Foto: Alena Vondráková



OBRAZEM

Současný technologický vývoj umožňuje u tyflomap využívat i multimediaální prvky a zvyšovat jimi **informační hodnotu mapy**. Je tak možné například nahrazovat audiosložkou jednotlivé popisy Braillovým písmem. Vznikají interaktivní tyflomapy, které mohou využívat celou řadu technologií pro zprostředkování přenosu informace směrem ke čtenáři mapy. Příkladem jsou speciální pomůcky, které umí vytvářet reliéf podle potřeby (takilní podložky), nebo 3D modely využívající vodivého povrchu vybraných prvků.



TYFLOMAPA LUCENTMAPS

LucentMaps je tyflomapa reagující na uživatelské dotyky s interaktivními prvky veřejné dopravy (vlevo), ulice (uprostřed) a budovy (vpravo). Pro každou z těchto interakcí řekne software pomocí modulu převodu textu na řeč název a typ odpovídajícího mapového prvku.

Zdroj: Götzelmann, 2016

HYPERBRAILLE

Zařízení, které je tvořeno pin-maticovým displejem. Na displeji, jenž je koncipován pro obě ruce, je možné pomocí vysouvání jednotlivých pinů vytvářet libovolné obrázky a symboly. Na poměrně omezenou plochu lze díky tomuto řešení umístit velké množství informací. Zařízení je schopno přenést do taktilní podoby nejen mapy, ale také geometrické výkresy, půdorysy, tabulky, schémata a další informace. Vývoj softwaru potřebného pro ovládání displeje tabletu byl hlavní součástí projektu se stejným názvem. Tento projekt se zaměřoval především na všechny standardní kancelářské a internetové aplikace.

Zdroj: www.metec-ag.de



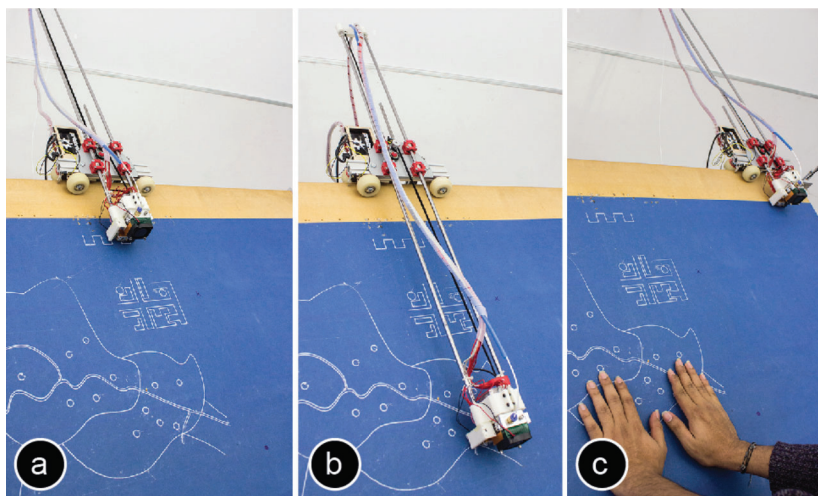
APLIKACE VODIVÉHO INKOUSTU

Orientace v neznámých prostorech může být značně náročná i pro zdravé osoby. V případě osob s těžkým zrakovým postižením je však situace mnohem složitější. Jakékoli zprostředkování prostorové informace přináší změnu k lepšímu. Za zásadní zlom lze považovat modely pro orientaci, které fungují jako multisenzorické. Na obrázku je zobrazen 3D model, který reaguje na dotyk a poskytuje kontextové informace k dané budově. Technologie využívá vodivý inkoust a byla vytvořena v roce 2014 v rámci spolupráce mezi grafickou společností Touch Graphics a střediskem inkluzivního designu a přístupu k životnímu prostředí na University of Buffalo.

Zdroj: IDeA Center



MULTIMEDIÁLNÍ TECHNOLOGIE



LINESPACE

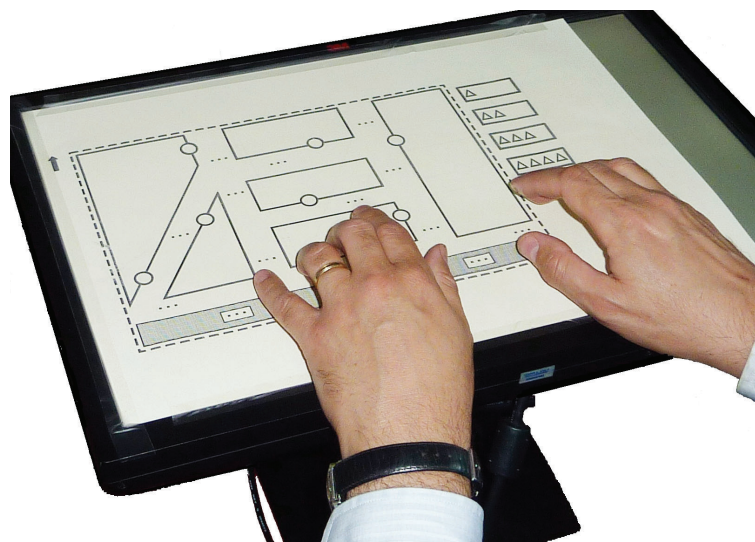
Linespace je interaktivní systém, který umožňuje zrakově postiženým uživatelům interakci s prostorovým obsahem a nabízí celkově osm typů interakce. Jeho primárním účelem je vykreslování informací ve formě vyvýšených čar, které mohou uživatelé se zrakovým postižením prozkoumat pomocí svých rukou. Plocha, které toto zařízení využívá, je v rámci podobných systémů velká cca 140 cm × 100 cm. Z tohoto pohledu se jedná se o klíčový aspekt systému. Principem fungování je robotické rameno, které nanáší na zobrazovanou plochu tenké linie plastu tvořící taktilní obsah. Zařízení je nejčastěji používáno téměř ve vertikální poloze, ale lze ho naklonit tak, aby uživatelům umožňovalo komfortní pozici při práci. Systém nabízí i práci ve zcela horizontální poloze, ale vzhledem k omezenému přístupu uživatelé preferují práci vestoje. Na obrázku je zobrazena poloha přístroje ve vertikální poloze: (a) tisk na horním konci desky a (b) na spodním konci. V případě, že je práce ramena dokončena, je rameno automaticky odsunuto mimo uživatelskou hmatovou plochu (c).

Zdroj: Robertkovax.com

DOTYKOVÁ TABULE

Nattiq Tactile Map Board je příkladem interaktivní tabule pro orientaci v prostoru. Znáznorňuje plán budovy, přičemž jednotlivé oblasti jsou dotykové a spouštějí audiostopy s podrobnějšími informacemi. Nejčastější využití takových panelů je v různých institucích nebo nákupních centrech, kde je pro osoby s těžkým zrakovým postižením složitá orientace.

Zdroj: www.nattiq.com



PROTOTYP DOTYKOVÉ MAPY

Prototyp dotykové mapy využívá kapacitní displej, přes který jsou přenosem signálu spouštěny audiostopy s různými kontextovými informacemi. Je to podobný princip jako u technologie TouchIt3D, ale mapa nevyužívá 3D tisku a je spíše typu fuzerového tisku, což výrazně omezuje možnost použití znaků. Mapa je jednobarevná.

Zdroj: team.inria.fr



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 lze vytvořit dva nezávisle vytištěné modely, 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 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**.

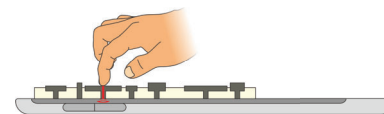
Technické řešení

Vytvořené technické řešení poskytuje systém pro **přenos signálu** z nerovného povrchu trojrozměrné struktury na detektor registrující elektrické impulsy, kterým může být například zařízení s kapacitním displejem. Systém funguje tak, že nerovný povrch trojrozměrné struktury obsahuje alespoň jeden **vodivý bod**, a když se tohoto vodivého bodu uživatel dotkne, je signál přenesen na předem daný bod na detektoru a vyvolá předem danou akci. Je-li detektorem například tablet, notebook, mobilní telefon s kapacitním displejem či podobné zařízení s procesorem, je v procesoru nahraná softwarová aplikace, která vlivem signálu na tomto bodu na detektoru provede předem danou akci. Akce může být provedena přímo detektorem, ale i jiným zařízením spojeným s detektorem vodivě či bezdrátově.

Z technického pohledu systém obsahuje **trojrozměrnou strukturu** z nevodivého materiálu, mající první nerovný povrch a druhý povrch upravený pro přilehnutí na detektor. Tato struktura obsahuje na prvním nerovném povrchu alespoň jeden první bod z vodivého materiálu a na druhém povrchu alespoň jeden druhý bod z vodivého materiálu, přičemž každému prvnímu bodu je přiřazen druhý bod a vzájemně přiřazené první body a druhé body jsou vodivě spojeny.

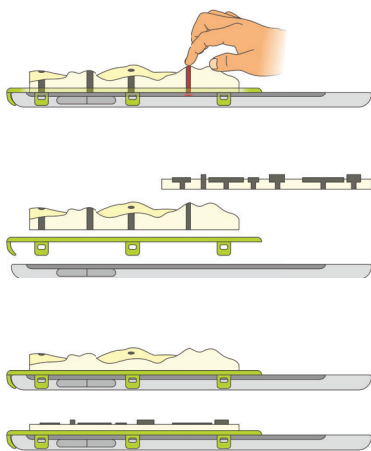
VODIVÝ MATERIÁL

Vodivý materiál, tedy plast obsahující grafit jako vodivou složku, je základem technologie TouchIt3D. Kombinací vodivých a nevodivých částí vzniká podklad pro ozvučení mapy.



DOTYKOVÉ BODY

Na povrchu modelu mohou dotykové body vystupovat jako samostatné 3D objekty nebo mohou být součástí existujících tvarů jen jako zprostředkovatel signálu.



Samotných **možností provedení** je velký počet. Některé příklady jsou uvedeny níže v textu. V základním provedení je každému prvnímu bodu přiřazen právě jeden druhý bod, zatímco každému druhému bodu může být přiřazen jeden nebo více prvních bodů. První bod a odpovídající druhý bod si nemusí odpovídat velikostně, tj. velkému prvnímu bodu může odpovídat podstatně menší druhý bod.

Systém nabízí i provedení, kdy je jednomu prvnímu bodu přiřazeno několik druhých bodů. Odpovídající si první a druhé body jsou vodivě spojeny tak, aby se toto vodivé spojení nekřížilo s vodivým spojením jiné skupiny odpovídajících si bodů, tj. signál z jednoho prvního bodu vyvolá signál na detektoru právě jen v přiřazeném druhém bodu (nebo v přiřazených více druhých bodech). První bod může vystupovat nad první nerovný povrch, být do něj vnořen nebo být v rovině prvního nerovného povrchu. V jednom provedení může být první nerovný povrch pokryt oddělitelnou vrstvou materiálu, přičemž v této vrstvě jsou otvory pro přístup k prvním vodivým bodům. Toto provedení umožňuje například poskytnout jednu trojrozměrnou strukturu s několika povrchovými oddělitelnými vrstvami s různým grafickým zpracováním. Za výhodu se považuje, je-li signálem na prvním bodu dotyk prstu, fungující obdobně jako dotyk prstu uživatele na kapacitním displeji. Vodivé spojení prvního a druhého bodu přenesse elektrický signál skrze trojrozměrnou strukturu do druhého bodu, který je vodivě přiléhající na detektor, tedy signál odpovídá tomu, jako kdyby se uživatel dotkl prstem detektoru. Obdobně může být signálem i dotyk předmětem vedoucím elektrický proud.

V jednom provedení jsou první nerovný povrch a druhý povrch uspořádány vzájemně protilehle. Druhý povrch trojrozměrné struktury ve výhodném provedení obsahuje alespoň na své části **prostředky pro upevnění k detektoru**. Těmito prostředky mohou být například přísavky, lepidlo nebo obvodová část vytvořená z adhezivního nanostrukturovaného materiálu, kterým může být třeba plast.

Systém dále obsahuje **softwarovou aplikaci**, jež přiřazuje signálu na detektoru v místě přilehnutí druhého bodu předem danou akci, která je při dotyku provedena, například zvukovou, vizuální, dotykovou (vibrace) apod. Akci může provést zařízení obsahující detektor (například je-li detektorem tablet, mobilní telefon či notebook s kapacitním displejem, pak může akci provést tablet, mobilní telefon či notebook sám) nebo jiné zařízení, spojené vodivě či bezdrátově s detektorem.

Softwarová aplikace může pracovat pod jakýmkoliv operačním systémem (například Android, iOS/OS X, Windows, Linux, Google Chrome OS). Jedna softwarová aplikace může být také schopna obsluhovat více trojrozměrných struktur prostřednictvím několika podaplikací. Musí mít vždy přiřazené akce pro jednotlivé druhé body na každé trojrozměrné struktuře, kterou obsluhuje. Softwarová aplikace může být schopna podle rozložení druhých bodů na druhém povrchu identifikovat konkrétní trojrozměrnou strukturu a pustit automaticky odpovídající modul aplikace.

Nejrozšířenější **kapacitní displeje** jsou schopny zobrazovat pouze dvojrozměrně, technologie TouchIt3D umožňuje pracovat s fyzickým trojrozměrným znázorněním, například s **modely trojrozměrné reality**, které při dotyku uživatele na konkrétní část (reprezentující první bod) trojrozměrné struktury dovolují provést akci (například identifikovat příslušnou část, poskytnout informace o této části, zkontrolovat, že se uživatel dotkl správné části, atd.). Vytvářet lze dotykové interaktivní 3D objekty, jako jsou 3D mapy, 3D postavy, 3D modely přístrojů, produktů a dalších předmětů.

Způsob výroby trojrozměrné struktury spočívá v tom, že se trojrozměrná struktura vytiskne na **3D tiskárně**. Jednou z možností 3D tisku je tisk struktury postupně vrstvu po vrstvě, přičemž každá vrstva typicky obsahuje alespoň jednu oblast tvořenou nevodivým materiálem a alespoň jednu oblast tvořenou vodivým materiálem. Proto se před samotným tiskem v programu pro 3D tisk vytvoří první model s tvarem trojrozměrné struktury, poté druhý model s vodivými body a jejich vodivým spojením a tyto modely se následně v programu pro 3D tisk spojí do jednoho modelu. Lze také využít odlišné metody 3D tisku k tvorbě vodivých a nevodivých částí.

Nevodivá část trojrozměrné struktury může být vyrobena zejména z materiálů vybraných ze skupiny zahrnující nevodivé termoplasty, papír, vosky nebo pryskyřice. Dostupné technologie umožňují **současný tisk s využitím více extruderů**. Při 3D tisku lze tedy využít i technologii tisku ze dvou nebo více materiálů, kdy jeden materiál funguje jako „podpora“ a je po ukončení tisku odstraněn, například rozpuštěním a odplavením. Touto technologií lze například vytvářet kanálky pro pozdější vložení prvních a druhých vodivých bodů a jejich vodivého spojení kanálky a otvory, které jsou zachovány ve finální podobě trojrozměrné struktury, nebo tvarově složitější trojrozměrné struktury. Vodivá část trojrozměrné struktury může být vyrobena zejména z materiálů vybraných ze skupiny zahrnující vodivé termoplasty (například ABS, PLA), plasty obsahující uhlíková vlákna, karbonové nanotrubičky nebo materiály inherentně vodivé.

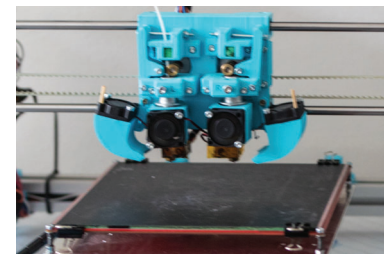
Vytvořené technické řešení přináší zcela **nové možnosti pro vývoj ovládacích prvků**, uživatelských rozhraní a dalších aplikací, kde je vhodné nebo účelné využívat třetí rozměr. Tím, že 3D tisk nabízí téměř neomezené možnosti, co se týče tvaru, je možné vytvářet modely jakýchkoli objektů. Jednotlivé vodivé části modelů mohou být také přizpůsobovány svou velikostí, tvarem a texturou. Je tak možné vytvářet různé výstupky, tlačítka i pro podporu hmatové odezvy modelu. Výsledný model je při své hmotnosti odolný dotykům, vodě a pádu.

Zcela originální je pak technické řešení, kdy lze vytištěné modely skládat do **větších funkčních celků** spojováním vodivých cest. Navíc je možné, aby model měl vyvedeny vodivé body mimo půdorys daného modelu a nezakrýval tak displej, který může sloužit jako rozhraní pro ovládání modelu a zobrazování kontextových informací k aktuálně stisknutému tlačítku.

EXTRUDER A TISKOVÝ MATERIÁL

Extruder je část 3D tiskárny, kterou prochází plast, nataví se a umístí se na odpovídající místo. Pokud je extruderů více, je možné mít každý z nich vyhrazen pro jinou náplň (filament) nebo barvu.

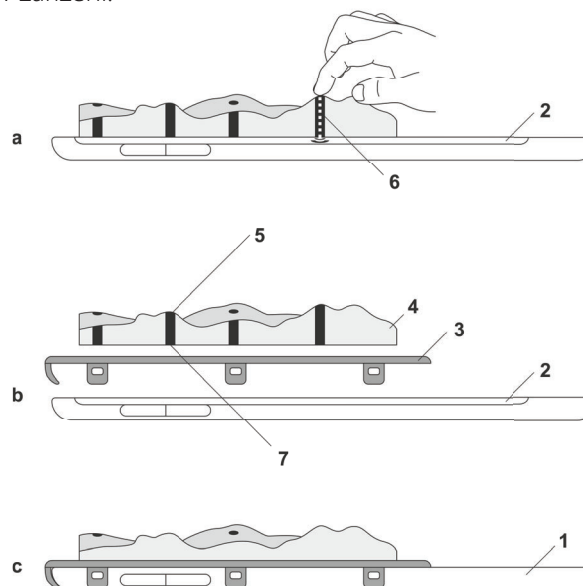
Foto: Viktor Čáp (2x)



TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

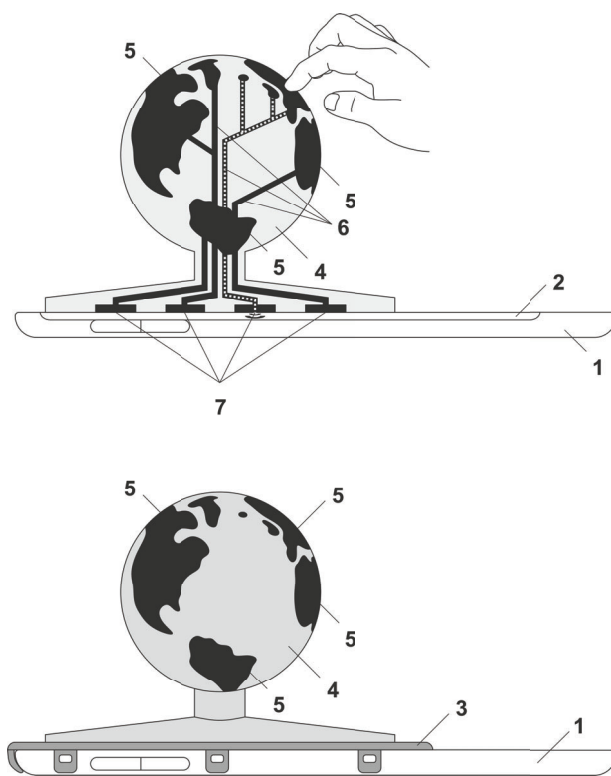
Technické řešení je podrobně popsáno v užitém vzoru: BRUS, J., VONDRÁKOVÁ, A., VOŽENÍLEK, V. **Systém a sada pro přenos signálu z nerovného povrchu trojrozměrné struktury na detektor registrující elektrické impulsy.** Univerzita Palackého v Olomouci. Úřad průmyslového vlastnictví, 28350.

Provedení **technického řešení** podle tohoto příkladu je znázorněno na obrázku 1. Trojrozměrná struktura (4) má tvar pohoří (Krkonoše) a je provedena z nevodivého materiálu. Na nerovném prvním povrchu jsou umístěny první body (5), které jsou vodivě spojeny prostřednictvím vodivého spojení (6) s druhými body (7) na rovném druhém povrchu. První body (5), druhé body (7) a vodivá spojení (6) jsou provedeny z vodivého materiálu. Trojrozměrná struktura je v první části obrázku (a), který ji znázorňuje v řezu, přiložena na detektor (1), jímž je tablet s displejem (2). Na třetí části obrázku (c) je trojrozměrná struktura (4) připevněna k detektoru (2) prostřednictvím obvodové svorky (3). Prostřední ilustrace ukazuje rozložené provedení s trojrozměrnou strukturou (4) znázorněnou v řezu. Detektorem (2) je tablet, na němž je nahrána aplikace přiřazující elektrickému signálu v místech, kde se nacházejí druhé body (7). Po přiložení trojrozměrné struktury (4) na displej tabletu (2) předem dané akce a tyto akce provádějí vždy, je-li detekován signál. Signál je detekován tehdy, když se uživatel prstem dotkne prvního bodu (5), protože elektrický signál vyvolaný dotykem vodivého prstu je veden prostřednictvím vodivého spojení (6) do druhého bodu (7), který přenesení tento signál na odpovídající místo na dotykovém displeji tabletu (2). Akcí může být například poskytnutí vizuální nebo zvukové informace o příslušné hoře nebo oblasti, v níž leží první bod (5), jehož se uživatel dotkl. Takovéto 3D mapy lze využívat jako pomůcky při výuce nebo jako exponáty pro nevidomé či slabozraké, neboť jim umožňují získat přesnější představu o tom, jak pohoří vypadá, při současném podání zvukových informací o jednotlivých částech krajiny. Mapy lze rovněž využít jako navigační pomůcky ve spojení se zabudovaným zařízením pro určování polohy v zařízení.



OBRÁZEK 1 Provedení technického řešení.

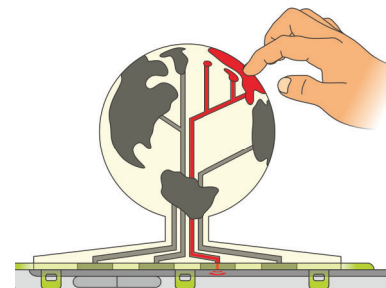
Provedení technického řešení podle tohoto příkladu je znázorněno na obrázku 2. Trojrozměrná struktura má **tvar glóbusu s podstavou**, podstava přiléhá na detektor. Objem glóbusu (4) je proveden z nevodivého materiálu. Jednotlivé světadíly a ostrovy na povrchu glóbusu (4) jsou provedeny z vodivého materiálu a slouží jako první vodivé body (5). Jsou vodivě spojeny prostřednictvím vodivých spojení (6) s jim přiřazenými druhými body (7) na podstavě, která je druhým povrchem. Vodivá spojení (6) jsou provedena tak, že každý světadíl (5) a k němu náležející ostrovy (5) jsou vždy spojeny s jedním druhým vodivým bodem (7), tj. k jednomu druhému bodu je přiřazeno více prvních bodů. Detektorem je tablet (1) s displejem (2) s nainstalovanou softwarovou aplikací, jež signálům v oblastech na displeji (2) tabletu (1) přiléhajícím k druhým bodům na podstavě trojrozměrné struktury (4) přiřazuje předem dané akce, například poskytnutí vizuální nebo zvukové informace o příslušném světadílu (5). Trojrozměrná struktura (4) je k tabletu (1) připevněna pomocí svorky (3). Glóbus může sloužit jako výuková pomůcka nebo jako pomůcka pro nevidomé či slabozraké.



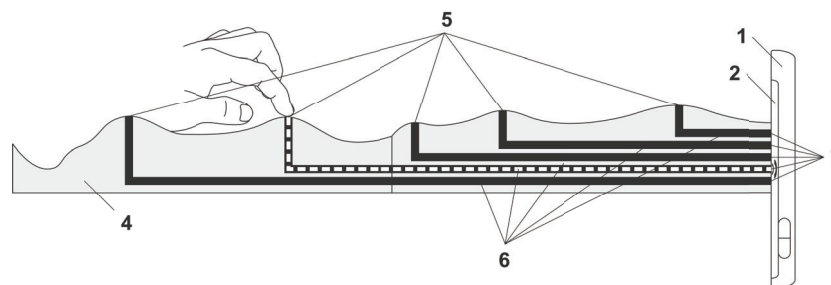
OBRAZEK 2 Příklad tvorby glóbusu.

3D GLÓBUS

Glóbus může být nejen hladce kulatý, ale může být více připodobněn realitě znázorněním reálného zemského povrchu, respektive jeho výškové členitosti v dostatečném měřítku.



Na obrázku 3 je znázorněno využití technického řešení při umístění detektoru (2) z boční strany trojrozměrné struktury. Trojrozměrná struktura (4) je tvořena nevodivou částí, ve které jsou pomocí vodivých spojení (6) propojeny první body (3) s body druhými (7). První body (5) kopírují horní část trojrozměrné struktury (4). Druhé body (7) jsou vyvedeny na rovnou boční část struktury, která přiléhá na detektor. Softwarová aplikace pomocí displeje (2) tabletu (1) registruje jednotlivé dotyky a vyvolává danou reakci. Dané propojení lze použít pro interaktivní navigaci v budovách, prezentaci prostoru, tvorbu modelů měst, nákupních center apod.



OBRAZEK 3 Využití technického řešení při umístění detektoru z boční strany.

TVORBA HMATOVÝCH MAP TouchIt3D

Manuál pro tvorbu tyflomap:
-- BARVÍŘ, R., LICZKA, T., VONDRÁKOVÁ, A.
Tvorba hmatových map TouchIt3D.
Olomouc: Univerzita Palackého
v Olomouci, 2020 je k dispozici ke stažení
na webu hmatovemapy.upol.cz.



Postup tvorby TouchIt3D tyflomap

Uvedená technologie se stala základem pro návrh TouchIt3D tyflomap, které byly realizovány v rámci projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktile- a auditivních prostředků* (TA ČR TL01000507).

Pro výrobu moderních tyflomap s technologií TouchIt3D je nejprve potřeba vytvořit jejich **virtuální počítačový model**. K tomu lze využít jakýkoli software určený k 3D modelování. V případě realizace hmatových map byl využíván na základě předchozích zkušeností **software SketchUp**, který nabízí interaktivní rozhraní vhodné i pro začátečníky. Pro výuku modelování v tomto i jiných programech existuje na internetu množství videonávodů, které seznamují se základními principy a jednotlivými nástroji pro kreslení v 3D prostoru.

Pro tvorbu **mapových podkladů** je se znalostí problematiky geografických informačních systémů (GIS) možné využít různé způsoby zpracování prostorových dat a jejich exportu do 3D formátů. V jednoduchém uživatelském rozhraní aplikace SketchUp lze naopak tyflomapsu navrhovat ručně, a to na základě importovaných náčrtů nebo map s potřebnou licencí. Obrázky s leteckým snímkem, mapou nebo vlastním plánkem lze importovat jako texturu na vymodelovanou základnu tyflomapsy v podobě kvádry. Pro tvorbu v podstatě stačí i situační nákresy.

Podle obrazových podkladů je následně možné ručně **obkreslovat hrany** mezi požadovanými vrstvami a ty následně vytáhnout do prostoru. Je přitom vhodné dbát například na minimální šířky znaků reprezentujících chodníky či ulice tak, aby byly dobře nahmatatelné (jak je uvedeno v předchozích kapitolách, v uživatelském testování se osvědčila minimální šířka 5 mm při výškovém odlišení vrstev 1 mm). Model je také možné pro větší názornost **obarvit**, avšak není to nutné, jelikož výsledná barva fyzického modelu je ovlivněna použitým materiálem, zatímco obarvení modelu v počítačovém prostředí na ni nemá žádný vliv.

Pokud by byla mapa tištěna na **multibarevné 3D tiskárně**, je možné toto nastavení realizovat už v rámci 3D modelu. Tento typ tiskáren je však v současnosti finančně nedostupný pro předpokládanou cílovou skupinu uživatelů, kterou jsou TyfloCentra, speciálněpedagogická centra, školy se zaměřením na osoby se zrakovým postižením a organizace věnující se těmto osobám.

Pro volbu barev platí pravidlo co největší **kontrastnosti**. Jak je uvedeno v kapitole 4, kontrastní barvy, které vyhovují osobám se zrakovým postižením, neodpovídají komplementárním barvám v barevném kruhu, což je typické pro použití v běžné kartografické tvorbě. Nelze jednoznačně doporučit jednotné barevné schéma, nicméně kombinace modré, červené a bílé barvy mezi nimi vyšla v uživatelském testování jako nejlépe hodnocená. Barva vodivého filamentu, která je černá, ovlivnit nešla, proto její různobarevné testování nebylo realizováno.

Při tvorbě **modelů určených pro 3D tisk** je vhodné dbát na správné geometrické charakteristiky modelu tak, aby jej následně 3D tiskárna dokázala správně interpretovat. To zahrnuje především správnou orientaci ploch, absenci vnitřních stěn a uzavření modelu ze všech stran.

V případě tvorby **interaktivní mapy TouchIt3D** je nutné v modelovacím nástroji vytvořit dva samostatné modely – jeden pro části tištěné z nevodivého materiálu, druhý pro interaktivní znaky tištěné z materiálu elektricky vodivého. Oba modely na sebe musí přesně navazovat. Exportovat jednotlivé části je nutné v poloze, kdy jsou vůči sobě správně umístěny (tzn. zapadají do sebe). Před samotným tiskem je pak vhodné provést opravu geometrických chyb, například v programu 3D Builder, kde je okamžitě nabídnuta automatická oprava po importu modelů.

Postup **přípravy tiskových parametrů** se již liší v závislosti na použité 3D tiskárně a tzv. sliceru – aplikaci, v níž dochází k převedení 3D modelu tyflomapy na instrukce pro tiskárnu na základě nastavených tiskových parametrů. Pro výrobu interaktivních tyflomap TouchIt3D je vhodné využít dvouextruderovou tiskárnu, která umožňuje tisk z více materiálů. Jedna tryska je tak vyhrazena pro vodivý, druhá pro nevodivý materiál (případně několik postupně vyměňovaných barev nevodivého materiálu).

SketchUp

3D modelovací software SketchUp je poměrně jednoduchý na obsluhu a je vhodný i pro začátečníky. Proto je doporučeným softwarem k tvorbě modelů.



Samotný 3D tisk TouchIt3D tyflomap, jeho **kvalita** a specifika jsou opět velmi závislé na použitém vybavení. Pro výrobu tyflomap s vodivými elementy se osvědčilo dbát zejména na výrobu vodivých částí pomocí samostatné trysky (extruderu), využití maximální hustoty výplně pro vodivé prvky (kvůli křehkosti materiálu), důkladné pokrytí celé tiskové podložky adhezivem (vodivé prvky se jinak lepí ke sklu) a nastavení pauzy pro výměnu barev materiálu pro jednotlivé vrstvy.

Parametry tyflografiky, které vycházely z dlouhodobě uznávaných prací profesora Jesenského, se ukázaly být v průběhu testování jako ne zcela vyhovující. Je to způsobeno tím, že prezentované řešení s využitím tzv. nízkonákladových tiskáren vytváří jiné tvary znaků a uživatelé s použitím mapy získávají praktickou zkušenost. Při návrhu nových znaků do vytvářené mapy je vhodné prostudovat kapitulu 4, *Znaky na tyflomapách*, a kapitulu 12, *Uživatelské testování*.

Pro propojení mapy s kapacitním displejem slouží software, který umožní k mapě připojit audiostopy. Software TactileMapTalk je popsán v následující kapitole.

Výukové režimy

V souladu s možnostmi, které TouchIt3D technologie skýtá, byly kromě samotných interaktivních tyflomap vytvořeny tyflomapy s různými režimy použití. Umístěním lišty na okraj mapy, kde jsou spouštěcí tlačítka k jednotlivým režimům, tak byl signifikantně rozšířen způsob použití mapy.

Základem je **prohlížeč režim**. Při dotyku vodivých prvků v podobě různě tvarovaných 3D znaků je spuštěno audio se základní identifikací objektu nebo prvku. Například u zastávky MHD zní audiostop „zastávka městské hromadné dopravy“.

Druhým stupněm je **poznávací režim**. V poznávacím režimu jsou ke každému prvku umístěny v audiostopě další podrobné informace. Délku této nahrávky je nutné přizpůsobit účelu a způsobu použití mapy. V případě uvedených zastávek městské hromadné dopravy se tak může jednat například o informaci „zastávka městské hromadné dopravy ve směru do centra města; zastávku obsluhují autobusové linky číslo 14 a 16“. V případě jiných typů map (viz kapitola 13, *Výstupy projektu*) se může jednat také o vzdělávací mapu, kde jsou uvedeny podrobné informace k jakékoli prezentované tematické.

Třetím stupněm je **výukový režim**. Ten může fungovat jako proces zkoušení, kdy je zadán úkol, například „najdi zastávku městské hromadné dopravy, která je nejbližší TyfloCentra“. Při výběru chybného znaku je uživatel vyrozuměn o tom, že se nejedná o správnou odpověď. V opačném případě je informován o tom, že jeho odpověď je správná, což může být doplněno ještě dalšími údaji.

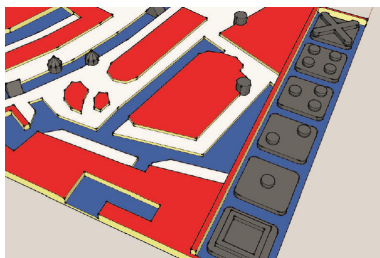
Principiálně mohou být vytvořeny další režimy podle potřeby. Zkušenosti s použitím výše popsaných map jsou uvedeny v kapitole 12, *Uživatelské testování*.

TLAČÍTKA PRO ZMĚNU REŽIMU

Při přípravě interaktivní tyflomapy pokročilého typu je třeba v „interaktivní“ vrstvě zakreslit také tlačítka pro přepínání jednotlivých režimů.

Ty jakožto vodivé prvky musí být vyvedeny obdobně jako interaktivní mapové znaky.

Grafika: Radek Barviř



Další možné využití technologie TouchIt3D

Jak vyplývá z uvedeného popisu technického řešení, technologie TouchIt3D není určena jen pro tvorbu relativně „plochých“ interaktivních tyflomap, ale může být efektivně využita i pro **tvorbu interaktivních 3D modelů**. Při komunikaci s vybranými skupinami cílových uživatelů, respektive s instruktory a pedagogy, kteří se podílejí na vzdělávání osob se zrakovým postižením, ať již v podobě nácviku samostatného pohybu, tak i z hlediska povinné školní docházky nebo následujícího vzdělávání, byly identifikovány nedostatky v oblasti nabídky interaktivních 3D pomůcek. Přitom právě 3D modely mohou zprostředkovat informace o prostoru, jehož pochopení a vnímání je pro osoby s těžkým zrakovým postižením velmi obtížné.

Informační zdroje

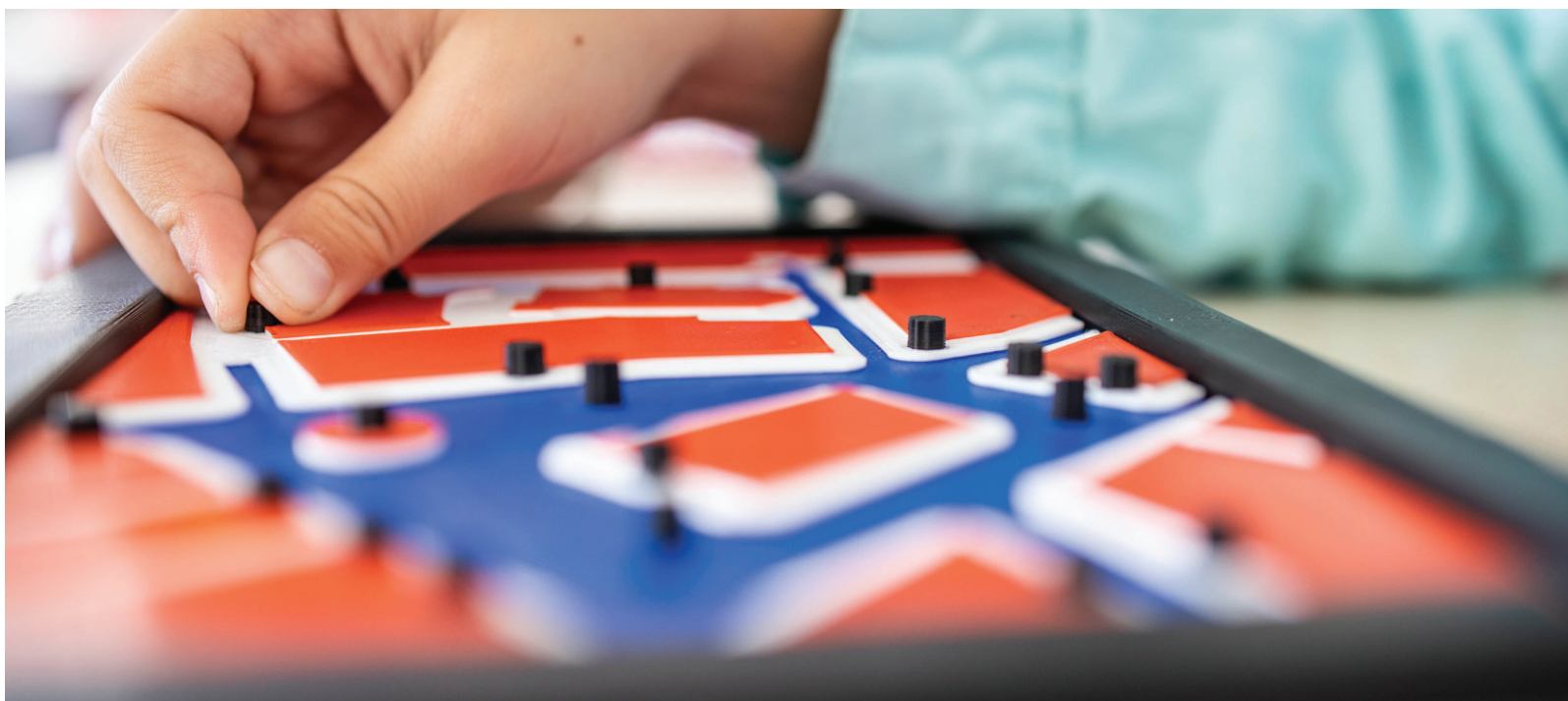
BRUS, J., VONDRÁKOVÁ, A., VOŽENÍLEK, V. *Systém a sada pro přenos signálu z nerovného povrchu trojrozměrné struktury na detektor registrující elektrické impulsy*. Univerzita Palackého v Olomouci. Úřad průmyslového vlastnictví, 28350. 23.06.2015.

BARVÍŘ, R., LICZKA, T., VONDRÁKOVÁ, A. *Tvorba hmatových map TouchIt3D*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2020. ISBN 978-80-244-5790-1.

TouchIt3D TYFLOMAPY

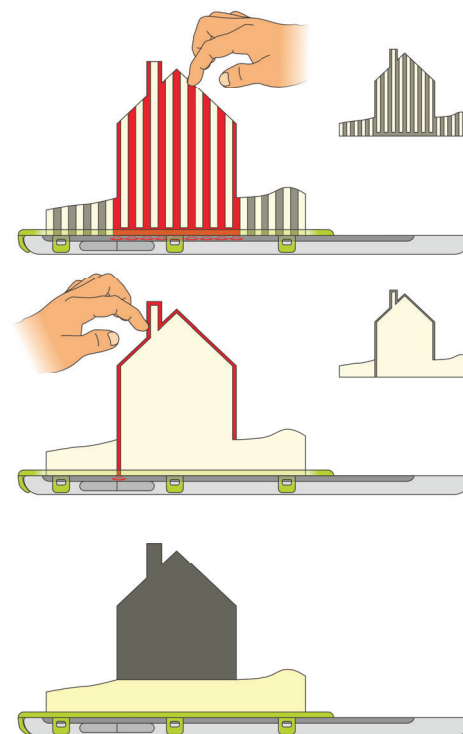
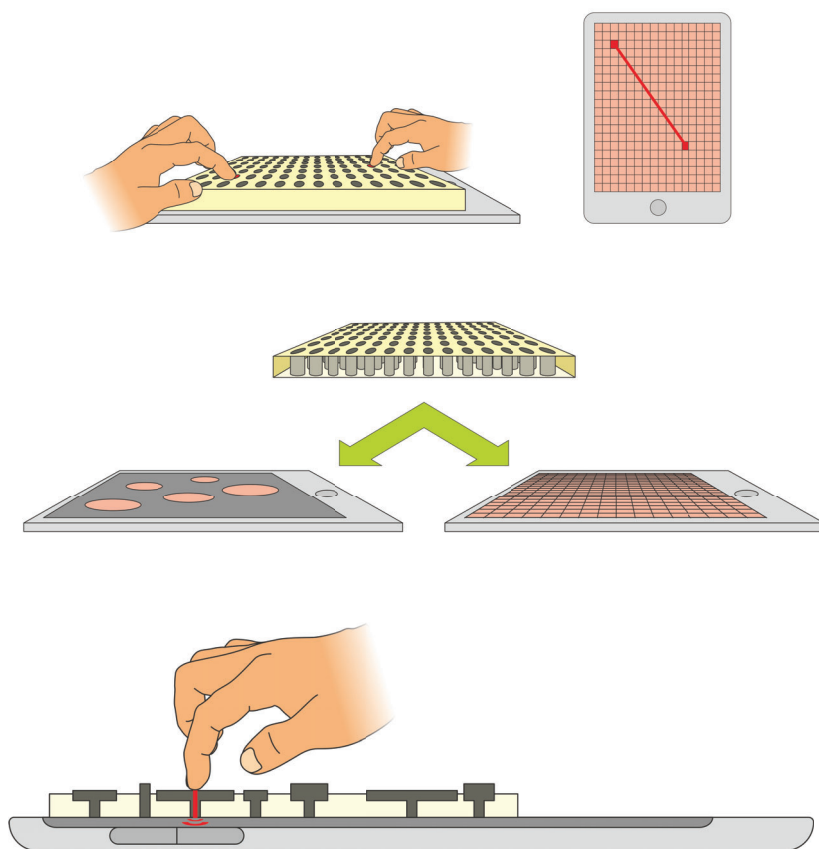
Mapy vytvořené technologií TouchIt3D jsou interaktivní a formou audionahrávek obohacují informační hodnotu mapy.

Foto: Viktor Čáp



OBRAZEM

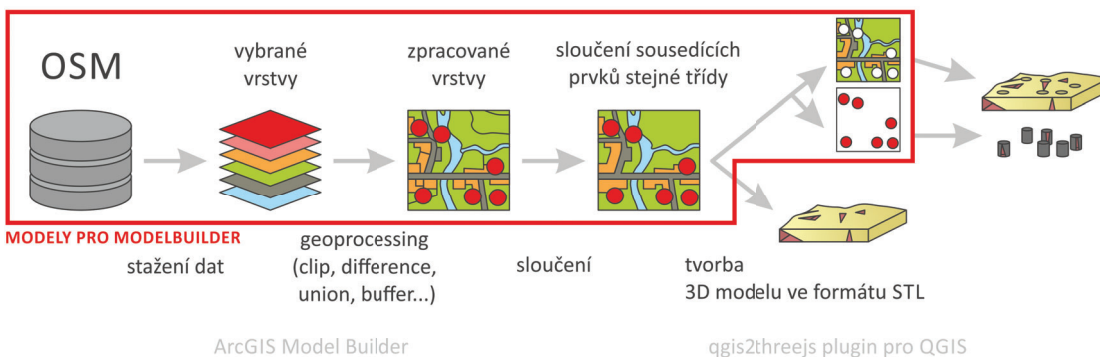
Technologie TouchIt3D byla vyvinuta na Univerzitě Palackého v Olomouci v roce 2014. Lze ji použít u jakékoliv formy 3D tisku, která umožňuje pracovat alespoň se dvěma různými materiály a realizovat tisk **kombinací vodivého a nevodivého materiálu**. Výsledné modely mohou být tvořeny primárně termoplasty, nicméně lze využít i jiné materiály. Modely pak mohou být snadno použity k ovládání chytrých telefonů, tabletů, elektronických čteček knih apod. Pomocí aplikace je tak model (mapa) připojen na aplikaci, která po stisknutí dotykových ploch na modelu spustí audionahrávku, obsahující podrobné informace k danému znaku, místu apod.



MOŽNOSTI VYUŽITÍ

Možnosti aplikace technologie TouchIt3D se nejsou omezeny pouze na tvorbu tyflomap, ale může být využita i pro jakékoliv další účely, příkladem může být model budovy nebo areálu, kde jednotlivé budovy budou vodivé a po delším dotyku se spustí audionahrávka s podrobnými informacemi o konkrétním objektu.

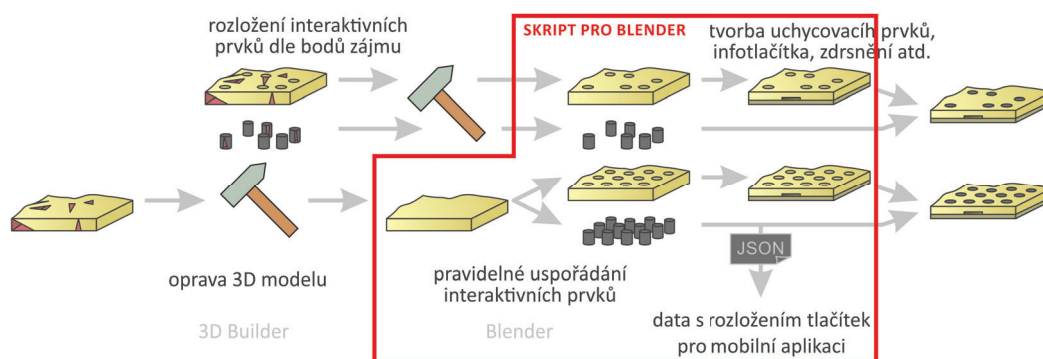
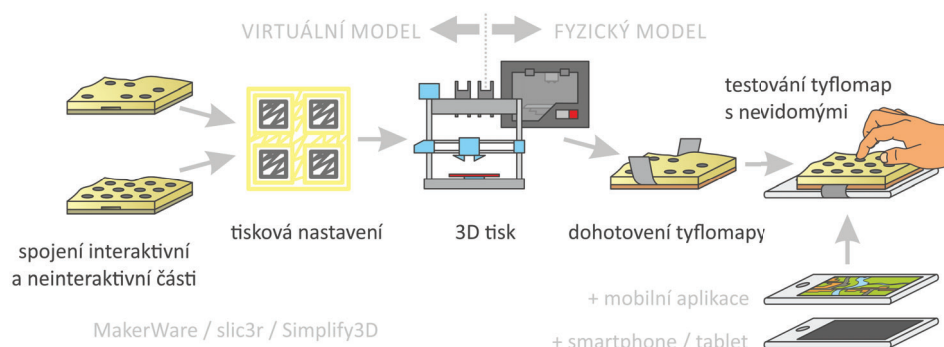
Grafika: Radek Barvíř



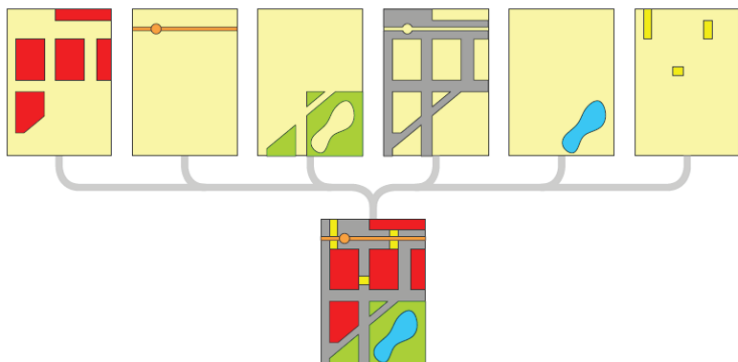
VYSVĚTLENÍ TECHNOLOGIE V KONFERENČNÍCH PŘÍSPĚVcích

Členové řešitelského týmu prezentovali technologii TouchIt3D již na několika zahraničních konferencích včetně workshopu zaměřeného na uživatelské aspekty u map pro osoby s těžkým zrakovým postižením na Mezinárodní kartografické konferenci v Tokiu. O technologii projevila řada zahraničních pracovníků velmi dobrý zájem a obecně byl tento přístup k tvorbě tyflomap graficky ztvárněné postupy tvorby TouchIt3D tyflomap.

Grafika: Radek Barvíř



Kromě technologií je potřeba dbát i na správné použití mapy uživatelem. Technologie TouchIt3D umožňuje **tvorbu moderních hmatových map**, což znamená, že se osoba se zrakovým postižením s takovou mapou ještě nesešla. Z didaktického hlediska je proto důležité uživatele s mapou seznámit postupně. Nejprve byly vymodelovány a vytištěny jednotlivé vrstvy (chodníky, ulice, budovy, body zájmu), uživatel byl seznámen s těmito jednoduchými mapami a až následně mu byla předložena TouchIt3D mapa.



PRINCIP TEMATICKÝCH VRSTEV

Každá vrstva v mapě je vytištěna samostatně. Tedy například chodníky, budovy, bodové znaky, případně jen jednoduché kombinace spolu související (bodové znaky nacházející se na/u chodníku, bodové znaky související s budovami apod.). Tyto jednoduché mapy si uživatel hmatem čte tak dlouho, jak je potřeba. Až následně dostane mapu „mluvící“, která využívá technologii TouchIt3D a v mapě kombinuje všechny potřebné tematické vrstvy.

Grafika a foto: Radek Barvív (3×)





3DGLORY

Tematické a TouchIt3D mapy byly výtiskeny v laboratoři 3DGLORY na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Testování probíhalo ve spolupráci s aplikačním garantem.

Logo designer: Radek Barvíř, foto: Viktor Čáp (3x)





Tactile
Map
Talk

Technologie TouchIt3D využívá pro interaktivitu propojení tyflomap s mobilním zařízením, jako je počítač, tablet či mobilní telefon s dotykovým displejem. Předpokladem pro používání map je však předinstalovaná aplikace, která registruje signál z dotyku a na základě něj spouští příslušný hlasový popis. Za tímto účelem byla pro **operační systém Android** vyvinuta aplikace TactileMapTalk. Tato aplikace byla vytvořena na základě požadavků odborného týmu při realizaci projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků*, podpořeného Technologickou agenturou České republiky (TAČR TL01000507). Ve své betaverzi byl software TactileMapTalk využíván především pro testování vzorníků a dílčích prototypů vytvářených tyflomap a 3D modelů. Do konce projektu pak následovalo zapracování připomínek z testování a finální verze byla uveřejněna na webových stránkách projektu (hmatovemapy.upol.cz). Autorem technického řešení softwaru je Mgr. Tomáš Liczka.

Primárně byl software plněn jednotlivými tématy a režimy hmatových map pouze pomocí programového kódu. Cílem realizace projektu ale bylo zpřístupnění technologie co nejširšímu množství uživatelů, byl doprogramován **webový konfigurator** dostupný na adrese hmatovemapy.upol.cz/konfigurator. Ten usnadňuje tvorbu šablon importovatelných do mobilní aplikace TactileMapTalk. Zaručuje také správnost a úplnost textového souboru ve formátu JSON, který po importu do mobilní aplikace vytvoří šablonu s tlačítky uzpůsobenými speciálně pro vytištěný 3D model. Pomocí **webového konfiguratoru** je proto možné pro každou vytvořenou tyflomapsu připravit korespondující šablonu, která definuje rozložení tlačítek v aplikaci i jejich obsah.

Vytvořenou **mobilní aplikaci** TactileMapTalk lze stáhnout z uvedených stránek projektu nebo přímo na webu hmatovemapy.upol.cz/service/tactilemaptalk ve formě APK instalačního souboru. TactileMapTalk uživateli umožňuje využívat interaktivní technologii TouchIt3D, a proměnit tak běžné tyflomapsy na multimediální. V aplikaci je možné importovat, spouštět a mazat šablony určené pro příslušné tyflomapsy.

Celý proces návrhu tyflomap, základní přístupy k modelování jednotlivých objektů a vrstev, přípravy šablon ve webovém konfiguratoru pro audio-taktilní obsah map a ovládání aplikace TactileMapTalk popisuje manuál: BARVÍŘ, R., LICZKA, T., VONDRÁKOVÁ, A. *Tvorba hmatových map TouchIt3D*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2020. ISBN 978-80-244-5790-1.

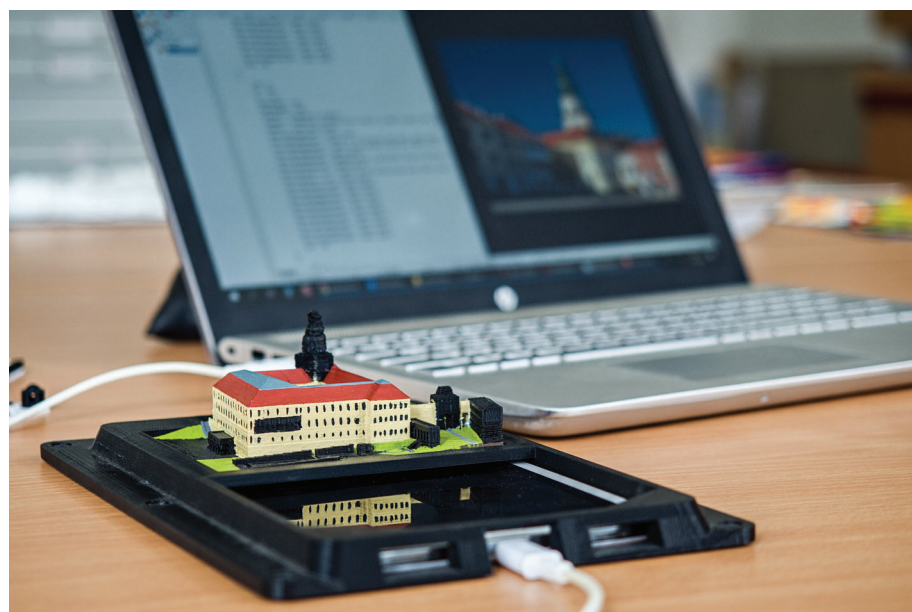
OBRAZEM

Konfigurátor dostupný na adrese hmatovemapy.upol.cz/konfigurator usnadňuje tvorbu šablon importovatelných do mobilní aplikace **TactileMapTalk**. Díky kombinaci aplikace TactileMapTalk, tohoto webového konfigurátoru a tabletu je možné (nejen) tyflomapy obohatit o audio-taktilní obsah. Autorem aplikace je Mgr. Tomáš Liczka.

UNIVERZÁLNOST

Technologie TouchIt3D i aplikace TactileMapTalk jsou velmi univerzální. Kromě tyflomap může technologie sloužit i pro tvorbu interaktivních 3D modelů, výukových pomůcek či ovladačů. Limitem využití technologie je tak jen představivost..

Foto: David Motlíček



VELIKOST MAPY NEBO 3D MODELU

Aplikace TactileMapTalk je využitelná na zařízeních různé velikosti, od mobilních telefonů přes tablety až po velké obrazovky s kapacitním dotykovým displejem. Vyžadován je však operační systém Android. Umístěné modely mohou zabírat celý displej nebo pouze jeho část.

Foto: David Motlíček

TactileMapTalk



NASTAVENÍ A PŘESUN SOUBORŮ

Přesun šablony z počítače do aplikace je možné provést pomocí datového kabelu nebo bezdrátově. Díky webovému konfiguratoru lze provést tvorbu šablony i přímo z mobilního zařízení. Prostřednictvím aplikace je možné zároveň vizuálně zkontrolovat správnost rozložení tlačítek nebo jejich funkčnost ještě před vložením tyflomapy.

Foto: David Motlíček



AUDIO-TAKTILNÍ OBSAH MAP

Aplikace TactileMapTalk je snadno použitelná osobami se zrakovým postižením. Pomocí funkce TextToSpeech (TTS) převádí textové informace o mapovaných objektech a jevech do hlasové podoby.

Foto: Viktor Čáp

Tactile
Map
Talk

Šablona

Verze šablony

1

Šířka šablony

120

Výška šablony

160

Vložit šířku v milimetrech.

Vložit výšku v milimetrech.

Název šablony

ZKUŠEBNÍ MODEL

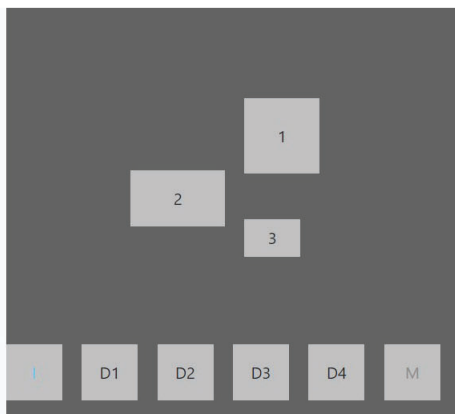
Vložit název modelu.

Tlačítko 1

Přidat tlačítko

Zobrazit vizuální kompozici

Exportovat



ROZHRANÍ KONFIGURÁTORU

Konfiguračtor se skládá ze dvou částí. Levá strana konfiguračtoru slouží k vykreslování průběžného rozvržení šablony. Na pravé straně je zobrazen formulář pro zadávání parametrů šablony ve formě textového souboru importovatelného do mobilní aplikace TactileMapTalk.

V pravé části konfiguračtor jako první požaduje zvolení verze šablony (jednoduchá verze označená číslem 1, pokročilá verze s označením 3). Od této možnosti se odvíjí obsah formuláře, jelikož každá verze požaduje jiné parametry pro vykreslení šablony.

Jednoduchá verze (1) pouze přehrává nadefinovaný text k jednotlivým vodivým bodům, zatímco pokročilá šablona (3) umožňuje spouštět pro tlačítka různé popisy v závislosti na přepnutém režimu.

Vzdálenost X

63

Vzdálenost Y

87

Šířka tlačítka

15

Výška tlačítka

10

Text

tramvajová zastávka Prior směr Nerudpva (tramvaje 2, 4)

Text pro hru

správně, tato zastávka je nejbliž supermarketu

Popis tlačítka

2

Přidat pole pro popis

Hodnota

1

Popis

běžte podél budovy až dc

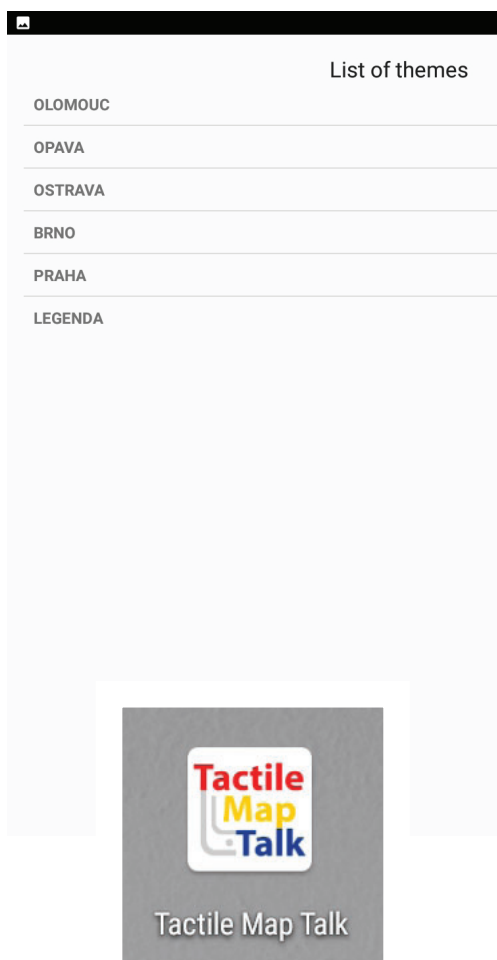
2

přejděte přechod vpravo

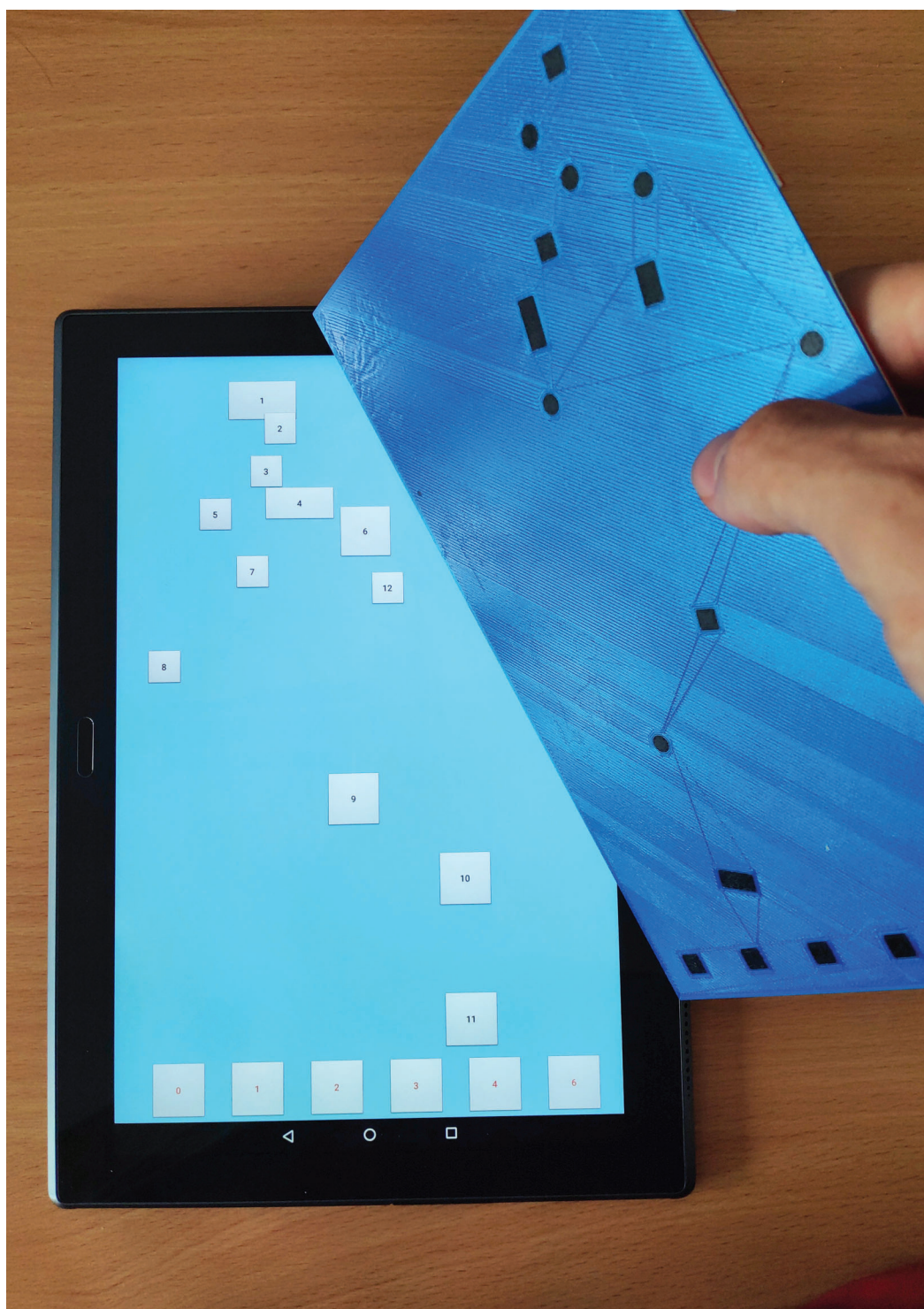
Přidat tlačítko

Zobrazit vizuální kompozici

Exportovat



KONFIGURACE AUDIO-TAKTILNÍHO OBSAHU
 V konfigurátoru se nastaví jednotlivé parametry spouštěcího tlačítka (vodivé plochy na modelu, respektive na podstavě modelu) a nadefinuje se obsah pod jednotlivými režimy. Vytvořený soubor se importuje do smart zařízení s aplikací TactileMapTalk a následně se v režimu „Viewer“ zobrazí jednotlivá políčka, která svou pozicí odpovídají rozmístění na mapě.



ČÁST III

UŽIVATELÉ TYFLOMAP

PROSTOROVÁ ORIENTACE OSOB SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM

UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ

TYFLOMAPY PRO VÝUKU ZEMĚPISU





Zrak, zrakové vnímání a jeho dominance v životě člověka

Zrak je jedním z distančních analyzátorů umožňujících člověku získat z prostředí maximum informací v minimálním časovém úseku. Právě tato eminentní informační přínosnost je výsadou pouze **zrakové percepce**. Vidění umožňuje zejména schopnost rozlišovat světlo, tmou, barvy, tvary, rozměry, polohy a pohyby předmětů, trojrozměrnost, hloubku prostoru aj. (Stejskalová in Regec a kol., 2012). Je důležité, že zrak výrazně ovlivňuje utváření správných představ, rozvoj pozornosti, paměti, myšlení a řeči, ovlivněna je rovněž oblast emocionálně-volní. Jeden z prostředků umožňujících zpřesňování prostorové představivosti s přímou aplikací do sféry prostorové orientace a samostatného pohybu představují audio-taktilní 3D tyfloomapy.

Role zrakového analyzátoru je akcentována zejména v oblasti získávání informací, přičemž naprostou dominanci zrakové percepce nelze nezmínit. Zrak zajišťuje penzum 75–90 % informací, což deklaruje jeho klíčovou roli a do jisté míry i jeho nezastupitelnost mezi analyzátory. Je zřejmé, že sensorický deficit, respektive omezení nebo úplná ztráta zrakové percepce významným způsobem zasahuje do všech složek běžného života jedince se zrakovým postižením a některé z nich zásadním způsobem limituje. Zrakové postižení tak zcela logicky determinuje kvalitu života jedince a přináší s sebou a priori zásadní informační deficit, a to v nejširším slova smyslu. Nejmarkantnější variantou dopadů zrakového postižení je bezesporu nevidomost – úplná ztráta (získané postižení) či absence (vrozené postižení) zrakového vnímání.

Nezbytným předpokladem pro fungování jedince se zrakovým postižením v běžném životě a aktivitách s ním spojených je proces **kompence**, respektive kontinuální, cílený a záměrný rozvoj kompenzačních mechanismů, a to ve smyslu jak nižších kompenzačních činitelů (ostatních lidských smyslů, které by měly substituovat absenci či výrazný deficit zrakových podnětů), tak vyšších kompenzačních činitelů (mechanismů umožňujících integraci informací z ostatních smyslů do podoby využitelné informace). Ve speciálněpedagogickém kontextu se tedy jedná o proces **vyvážení důsledků zdravotního postižení** ve smyslu redukování limitů z postižení rozvinutím a zdokonalením alternativních oblastí, akceptováním jiných priorit, nacházením náhradních hodnot, cílů a aktivním vyrovnáváním se s životními frustracemi, které ze zdravotního postižení vyplývají (Jesenský, 2000). V ryzě pragmatické rovině a priori jde o kontinuální záměrný rozvoj nepostižených funkcí (kompenzačních mechanismů), nicméně proces reedukace postižené funkce je integrální součástí.

10

OSTATNÍ SMYSLY

Zrak je jednoznačně dominantním smyslem při získávání informací. Sluchem člověk získává pouze 15 % informací, hmat zajišťuje přibližně 6 % informací, čich a chuť společně asi 5 % informací z prostředí.

JÁN JESENSKÝ

Profesor Jesenský (1931–2009) byl slovenský tyfloped žijící v Praze. Celý život zasvětil speciální pedagogice, jeho nejzásadnější publikace jsou z oblasti pedagogiky zrakově postižených a jejich rehabilitace.

ZRAKOVÁ A HMATOVÁ PERCEPCE

V kontextu tematického zaměření této publikace je relevantní zejména postihnout markantní rozdíly a kontrastní charakteristiky zrakové a hmatové percepcce. Zejména distanční forma vnímání, komplexnost a rychlost zásadním způsobem zvýhodňují zrakové vnímání před pomalejším, kontaktním a parciálním hmatovým vnímáním. Právě analytický charakter zrakového vnímání umožňuje získání maxima informací v minimálním časovém horizontu. Syntetičnost hmatového vnímání je pak příčinou nižší informační výtěžnosti, která s sebou současně přináší vyšší nároky na analyticko-syntetickou činnost a zapojení vyšší míry námahy na získání odpovídajících informací.

Kompenzace představuje komplexní, multifaktoriálně podmíněný, vysoce individuální a longitudinální, respektive **celoživotní proces**. Zahrnuje jak dimenzi biologickou, tak i psychologickou. Biologickou stránku kompenzace reprezentuje plasticita mozku, který namísto „zrakových buněk“ začne ve větším množství produkovat buňky pro ostatní smysly. V psychologickém pojetí jde o vynahrazení schopností vázaných na zrakovou percepci zvýšenou aktivitou v jiné oblasti. Je však zřejmé, že úplné, komplexní, respektive plnohodnotné vyrovnání ztráty zraku činností ostatních smyslů není možné. O to více je akcentována potřeba integrovat informace získané nižšími kompenzačními činiteli (sluch, hmat, čich, chuť) prostřednictvím vyšších kompenzačních mechanismů (myšlení, řeč, pozornost, představitost, paměť, obrazotvornost). Právě vyšší kompenzační činitele umožňují, aby se veškeré dostupné informace (sluchové, hmatové, čichové, chuťové a případně redukované zrakové) mohly propojit a být efektivně využity v běžném životě a každodenních aktivitách, které jsou za běžných okolností (myšleno při zrakových funkcích v pásmu normy) realizovány pod kontrolou zraku a vázány na zrakovou zpětnou vazbu.

Kompenzace vykazuje značné **interindividuální rozdíly**, které jsou dány zejména subjektivními předpoklady a spolupůsobením dalších vnitřních i vnějších faktorů, které ovlivňují úspěšnost, respektive informační výtěžnost kompenzace, a to jak v krátkodobém, tak i dlouhodobém časovém horizontu (doba vzniku zrakového postižení a jeho etiologie, stres, únava, různé druhy onemocnění, sociální opora, temperamntové rysy, volní vlastnosti, frustrační tolerance jedince, dosavadní zkušenosti atd.).

Osoba se zrakovým postižením jako klíčový pojem

Aktuálně existuje poměrně široké spektrum definic vymezujících termíny zrakové postižení, zraková vada, zraková ztráta apod., a to nejen napříč speciální pedagogikou osob se zrakovým postižením, ale i dalšími zainteresovanými a participujícími obory. Terminologická diverzita svým způsobem ilustruje samotnou rozmanitost a heterogenitu kategorie zrakového postižení. Společným jmenovatelem všech vymezení je z obsahového hlediska nedostačující korekce zrakové ztráty a ireverzibilita zmíněného stavu. Veškeré definice se rovněž ve své podstatě shodují na zásadním limitujícím a determinujícím charakteru zrakového postižení v kontextu běžného každodenního života jedince, jedince jako autonomní bytosti, jedince jako člena lidské společnosti.

Bazálním pojmem z hlediska vymezení a pojetí variability důsledků zrakového postižení je **osoba se zrakovým postižením**. Komplexně pojaté a obecně přijímané vymezení nabízí Světová zdravotnická organizace: „*Osoba se zrakovým postižením je ta, která má postižení zrakových funkcí trvajících i po medicínské léčbě anebo po korigování standardní refrakční vady a má zrakovou ostrost horší než 0,3 (6/18) až po světlocit nebo je zorné pole omezeno pod 10 stupňů při centrální fixaci, přitom tato osoba užívá nebo je potenciálně schopna používat zrak na plánování a vlastní provádění činnosti*“ (Stej-

skalová in Regec a kol., 2012, s. 136). Stěžejním aspektem této definice je nemožnost korekce a limitace aktivit realizovaných zrakovou cestou či pod zrakovou kontrolou. Pakliže je jedinec i po optimální korekci (medikamentózní, chirurgické, brýlové apod.) limitován v získávání a zpracovávání informací zrakovou cestou, je považován za osobu se zrakovým postižením (Ludíková, 2004). Zároveň je potřeba poukázat na akcentovanou pozici osoby, jedince a až sekundární důraz na zrakové postižení ve smyslu principu *People First Language*, který v duchu humanistických tendencí zdůrazňuje primární roli jedince jako člověka a až sekundárně je mu přiřazena další charakteristika, v tomto případě zrakové postižení.

Podle aktuálních odhadů WHO žije na světě 39 milionů nevidomých a 246 milionů slabozrakých osob. V celosvětovém měřítku žije s těžkým zrakovým postižením přibližně **285 milionů osob**. Míra zrakového postižení velmi úzce souvisí s věkem, přibližně 82 % nevidomých osob je starších 50 let (Kuchynka a kol., 2007). Celosvětově je míra zrakového postižení vyšší u žen než u mužů – na jednoho nevidomého muže připadají v průměru dvě ženy se stejným stupněm zrakového postižení. V kategorii nevidomých připadá 65 % právě na ženy (Regec a kol., 2012).

Aktuálně neexistují relevantní statistické údaje vztahující se k incidenci těžkého zrakového postižení v České republice, nicméně odhady hovoří o 83 000 osob s těžkým zrakovým postižením, z toho přibližně 19 000 představují osoby nevidomé (Poslepu.cz). Shodně s celosvětovými tendencemi je rovněž v našich podmínkách patrná korelace mezi incidencí těžkého zrakového postižení a věkem, 60–65 % osob s těžkým zrakovým postižením je starších 60 let (Stejskalová in Regec a kol., 2012).

Přístupy ke klasifikaci zrakového postižení

Pro potřeby dalšího textu kapitoly je stěžejní věnovat alespoň orientačně pozornost **kategorizaci zrakového postižení**, která v sobě odráží variabilitu důsledků a limitaci jedince se zrakovým postižením v běžném životě. Rovněž v tomto referenčním rámci panuje velmi výrazná variabilita přístupů, která je opět dána značně širokým spektrem úhlů pohledu řady zainteresovaných odvětví (resort školství, zdravotnictví, sociální sféra). Terminologickou diverzitu a klasifikační heterogenitu se pokusila překonat Světová zdravotnická organizace. Vytvořená jednotlicí kategorizace však není deklarována jako závazná a v různých státech je pojímána velmi variabilně, ve spektru od plné akceptace až k velmi benevolentní a volné interpretaci hranic jednotlivých kategorií (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007). Uvedená klasifikace rozlišuje následující kategorie zrakového postižení: normální zrak, zrakové postižení, vážné zrakové postižení a slepota (Kuchynka a kol., 2007).

V otázce kategorizace zrakového postižení existuje řada parametrů, podle nichž lze zrakové postižení diferencovat a klasifikovat. Ústředním kritériem však zpravidla

PEOPLE FIRST LANGUAGE (PFL)

Jedná se o přístup, jak pojmenovávat osoby se zdravotním postižením. PFL klade větší důraz na to, kým lidé jsou, než na to, jaké mají postižení.

Osoba s postižením

Postižená osoba

Osoba s mentálním postižením

Mentálně postižená osoba

Osoba s poruchou autistického spektra

Autista

Dítě s opožděním ve vývoji

Opožděné dítě

Má postižení

Je postižený

Student se speciálními potřebami

Speciální student

KLASIFIKACE ZRAKOVÉHO POSTIŽENÍ

Z publikace Kuchynky a kol. (2007) vychází následující klasifikace:

Normální zrak

Zraková ostrost je větší než 6/18.

Zrakové postižení

Zraková ostrost se pohybuje v intervalu 6/18 až 6/60.

Vážné zrakové postižení

Zraková ostrost spadá do rozmezí 6/60 až 3/60.

Slepota

Zraková ostrost je menší než 3/60.

DEFINOVÁNÍ ZRAKOVÉ ZTRÁTY

Z definování zrakové ztráty vychází klasifikace:

Slabozrakost

Vizus lepšího oka pohybuje v intervalu pod 6/18 až 3/60.

Nevidomost

Nevidomost představuje pokles zrakové ostrosti pod 3/60 až po světlocitu.

Praktická nevidomost

Praktická nevidomost je definována buď jako pokles zrakové ostrosti pod 3/60 do 1/60 včetně, nebo binokulární zorné pole v rozsahu 5 až 10 stupňů.

Skutečná nevidomost

Skutečná nevidomost je charakterizována vizem pod hranicí 1/60 až po světlocitu, nebo jako binokulární zorné pole pod 5 stupňů.

Plná slepota

Plná slepota zahrnuje stavy od světlocitu s chybnou projekcí až po ztrátu světlocitu.

zůstává **centrální zraková ostrost** (rozlišovací schopnost oka) při současném zhodnocení stavu zorného pole. Toto hledisko reflektují zejména klasifikace oftalmologického charakteru – ilustrativním příkladem může být kategorizace, kterou uvádějí Hycl a Valešová (2003). Východiskem celého členění je definování zrakové ztráty, kterou představuje snížení zrakové ostrosti pod hranici 6/18. Z tohoto předpokladu pak vychází následující klasifikace: slabozrakost, nevidomost, praktická nevidomost, skutečná nevidomost, plná slepota, zahrnující stavy od světlocitu s chybnou projekcí až po ztrátu světlocitu. Uvedené členění umožňuje zařadit do příslušného stupně podle zrakové ostrosti, popřípadě stavu zorného pole každého jedince, který je nositelem zrakového postižení, a poskytnout tak orientační představu o důsledcích zrakového postižení a limitech z něj vyplývajících. Nicméně zde nejsou reflektovány další, zejména z edukačního pohledu podstatné parametry, například doba vzniku či etiologie zrakového postižení, které jsou relativně zásadní v rámci diagnostického i intervenčního procesu.

Časový aspekt ve smyslu **doby vzniku zrakového postižení** představuje velmi významnou determinantu diagnostického, intervenčního i v užším slova smyslu edukačního procesu, ale i celkového harmonického vývoje osobnosti jedince – specifické podmínky vznikají v případě vrozeného a získaného postižení.

V případě **vrozeného zrakového postižení** se komplexně mění podmínky vývoje, determinován je systematicky celý vývoj jedince. Primárně dochází k sensorické deprivaci – množství a charakter informací přijímaných z okolí proto budou kvalitativně i kvantitativně odlišné, představa o světě bude chudší a méně přesná, respektive zkreslená. Charakteristická je rovněž absence některých zkušeností umožňujících optimální rozvoj jedince. Vágnerová (1995, s. 41) v tomto smyslu srovnává význam vrozeného a získaného postižení: „Varianta získaného postižení je subjektivně větší zátěží než vrozený handicap, který pro dítě samotné žádnou určitou ztrátu neznamena. Dítě život bez handicapu nezná, a i když je později schopno vyjadřovat například přání, aby bylo zdravé, jde zde spíše o důsledek vlivu sociálních faktorů, přijetí hodnot rodičů či jiných blízkých autorit. Na druhé straně je vrozený defekt větší zátěží pro psychologický vývoj. Dítěti chybí určité zkušenosti, jeho rozvoj může být pomalejší, modifikovaný nutností náhradních způsobů stimulace i učení, vzdálenější běžné normě. Vývoj takového dítěte probíhá vždy za více či méně ztížených podmínek a alespoň v některém směru získává odlišnou zkušenost.“ Variabilita vývojových variant ve smyslu možností i odchylek a směrem k nejrůznějším složkám psychiky je určena interakcí vlivů vycházejících z organismu jedince a z kontextu prostředí. Specifické aspekty vývoje z chronologického pohledu je možné nalézt ve smyslu sensorické deprivace odrážející sníženou aktivační úroveň, opoždění vývoje senzomotorické inteligence, determinaci oblasti kognitivních procesů, pozitivní i negativní ovlivnění schopností jedince (s ohledem na to, zda jsou vázány na zrakovou perцепci) a v neposlední řadě i zpomalení pohybového vývoje.

Získané zrakové postižení s sebou zpravidla přináší vyšší nároky na psychickou odolnost jedince a úroveň jeho frustrační tolerance, v ryze pragmatické rovině je však jedinec po překonání psychického traumatu schopen využívat zachované zrakové představy a zrakové paměťové stopy k realizaci řady činností, samozřejmě za předpokladu modifikace algoritmů postupů tak, aby každá aktivita byla bezpečná a efektivní.

Jeden z dalších klasifikačních přístupů prezentuje Květoňová-Švecová (2000), když ke kategorizaci zrakového postižení využívá postižení jednotlivých zrakových funkcí: ztráta zrakové ostrosti, postižení širší zorného pole, okulomotorické problémy, obtíže se zpracováním zrakových informací a poruchy barvocitu. Moravcová (2004) dále hovoří také o snížené citlivosti na kontrast a poruchách adaptace na tmu a oslnění. Tuto kategorizaci je vhodné použít pro objasnění souvisejících pojmů a možných variabilních projevů a přidružených komplikací omezení zrakové percepce.

Ztráta zrakové ostrosti

Centrální zraková ostrost neboli visus centralis představuje bezrozměrnou veličinu určenou k hodnocení kvality vidění. Jedná se o schopnost oka jasně a ostře vnímat předměty a jejich detaily. Při určování vizu je zjišťována míra minimálního úhlu rozlišení (MÚR) – visus je odpovídající hodnotou MÚR vyjádřenou v obloukových minutách. Vyjádření vizu je možné Snellenovým zlomkem (čitatel vyjadřuje vzdálenost, z níž je pacient testován – obvykle 4, 5 nebo 6 metrů; jmenovatel reprezentuje vzdálenost, z níž kritický detail optotypů tohoto řádku svírá úhel jedné obloukové minuty, tzn. vzdálenost, ze které by jej přečetlo normální oko) nebo decimálním převodem. V rámci oftalmologické diagnostiky je zjišťován **vizus do dálky** (pomocí optotypových tabulí) a **vizus do blízka** (pomocí Jägrových tabulek) (Kroupová a kol., 2016). Zraková ostrost je dominantním kritériem pro hodnocení stupně zrakového postižení.

Postižení širší zorného pole

Zorné pole představuje oblast, kterou oko vidí určitý fixující bod. Jedná se o součet všech bodů, které se při nehýbajícím se oku zobrazují na sítnici. Je to tedy veškerá oblast viděná při fixaci oka i hlavy. Hranici zorného pole tvoří okraj očníce včetně obočí a nosu, tváře a víček. Rozsah zorného pole je vymezen 90° temporálně a nazálně, nahoře 60° a dole 70°. Zorná pole obou očí se v rozsahu asi 60° kolem fixačního bodu překrývají, což umožňuje stereoskopické vidění. Centrální zorné pole slouží k ostrému vidění a k vidění barev, periferní k orientaci v prostoru a ve tmě. Zorné pole lze vyšetřit pomocí perimetrie. Zorné pole může být narušeno výpadky v zorném poli – **skotomy**. Skotomy mohou být absolutní (úplný výpadek určité části zorného pole), relativní (oblast zorného pole je pouze zastřena, vidění je v této ob-

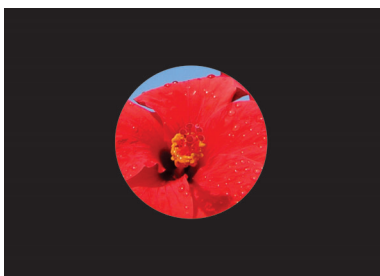
VĚKEM PODMÍNĚNÁ MAKULÁRNÍ DEGENERACE (VPMD)

VPMD je degenerativní onemocnění sítnice s maximem změn v její centrální části. Je to nejčastější příčina praktické slepoty u populace starší 55 let ve vyspělých zemích.

TRUBICOVITÉ VIDĚNÍ

Při trubicovitém vidění ze zorného pole zůstává zachováno pouze centrální zorné pole v rozsahu přibližně 2–10° kolem centra, což výrazně limituje prostorovou orientaci.

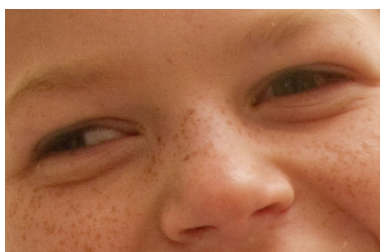
Ilustrace: Alena Vondráková



ZTRÁTA PROSTOROVÉHO VIDĚNÍ

Strabismus způsobuje ztrátu trojrozměrného vidění, což snižuje schopnost odhadovat vzdálenosti. Doprovodným jevem strabismu je ztráta zrakové ostrosti.

Foto: Atlas speciálněpedagogických center



NYSTAGMUS

Ke zmírnění těsu dochází při tzv. kompenzačním postavení hlavy, což je natáčení hlavy do nejvýhodnějšího směru pohledu, v němž je nystagmus nejmenší či zcela mizí. Léčba však neexistuje.

lasti částečně zachováno, ale je nejasné), bloudivé (nejsou lokalizovány do jednoho místa zorného pole, ale pohybují se v něm). Dále je možné rozlišovat skotom pozitivní (pacient si výpadek zorného pole uvědomuje) a negativní (pacient si výpadek v zorném poli neuvědomuje).

Zásadním narušením zorného pole je jeho **koncentrické zúžení** způsobující tzv. trubicovité vidění. Pro tento stav je charakteristická ztráta periferního vidění. Ze zorného pole zůstává zachováno pouze centrální zorné pole v rozsahu přibližně 2–10° kolem centra. Trubicovité vidění výrazně limituje oblast prostorové orientace, charakteristický je tento stav například pro retinopathia pigmentosa. Naopak absolutní centrální skotom, charakteristický zejména pro věkem podmíněnou makulární degeneraci, zásadním způsobem snižuje zrakovou ostrost, protože překrývá centrální oblast nejostřejšího vidění. Poruchy zorného pole jsou dále symptomem glaukomu, centrálních poruch zraku, diabetické retinopatie, věkem podmíněné makulární degenerace a dalších (Kroupová a kol., 2016). Charakteristika stavu zorného pole je důležitým klasifikačním kritériem.

Okulomotorické obtíže

Okulomotorické obtíže zahrnují poruchy oční pohyblivosti. Motilitu očí zajišťují okohybné svaly a umožňují dokonalou souhru pohybů očí. Okohybné svaly pracují ve všech devíti pohledových směrech: přímo vpřed, doprava, doleva, doprava nahoru, přímo nahoru, doleva nahoru, doprava dolů, přímo dolů, doleva dolů. Do této kategorie spadá jedna z poruch binokulárního vidění – **strabismus** (šilhavost), pro nějž je charakteristické narušení spolupráce obou očí a z ní vyplývající absence stereoskopického trojrozměrného vidění. Doprovodným jevem bývá pokles zrakové ostrosti. Při strabismu nejsou osy obou očí rovnoběžné, obrazy vnímaného předmětu z obou očí nevznikají na totožných místech sítnice, to znamená, že nemohou dokonale splynout a vzniká dipopie. Následně je jeden z vjemů potlačen, aby došlo k odstranění rušivého dvojitého vidění.

Další poruchou mobility oka je **nystagmus**. Jedná se o bezděčné rytmické pohyby většinou obou očí vykonávané v jednom nebo několika pohledových směrech. Nystagmus vzniká poruchou tonické inervace okohybných svalů a může být vrozený i získaný. Určitý druh a stupeň nystagmu je fyziologický (například optokinetický nystagmus při pohledu z jedoucího vlaku, případně nystagmus projevující se při únavě). Nystagmus významně zhoršuje zrakovou ostrost a ztěžuje fixaci. Účinná léčba neexistuje. Podle povahy pohybu je rozlišován nystagmus záškubový (pomalý pohyb jedním směrem je střídán rychlým pohybem v opačném směru) a kývavý (obě komponenty jsou zhruba stejně rychlé). Podle etiologie je rozlišován nystagmus okulogenní (očního původu), vestibulární (ušního původu), neurogenní (nervového původu) (Kroupová a kol., 2016).

Problémy se zpracováním zrakových informací

Příčinou problému se zpracováním zrakových informací je chybný přenos či zpracování zrakové informace **na úrovni zrakové dráhy**. „Může jít o izolovanou poruchu (například crowding problém neboli simultánní agnózie – kdy má dotyčný sníženou schopnost až ztrátu rozlišení v členitém, tzv. nahloučeném prostředí v textu na stránce i v prostoru kolem sebe). Poruchy zpracování – agnózie – mohou podle lokalizace poškození zrakové dráhy a oblasti v mozku zahrnovat i více oblastí, například schopnost rozpoznat písmo, čísla, znaky, obličej, předměty v pohybu nebo naopak nepohyblivé, tzv. statické předměty, schopnost rozpoznat barvy, schopnost napodobit předvedený pohyb, schopnost pravolevé orientace, orientace na ploše, v prostoru a další dovednosti“ (Baslerová a kol., 2012, s. 30).

Poruchy barvocitu

Barvocit neboli barevné vidění představuje schopnost rozlišovat barvy předmětů, tedy vlnovou délku té části viditelného spektra, která se od předmětů odráží nebo jimi prochází. Předpokladem pro normální barevné vidění je správná činnost světločivných buněk na sítnici (konkrétně čípků) a jejich schopnost přijímat vlnové délky viditelného světla. Lidské oko je citlivé na světelné paprsky v oblasti spektra 400–760 nm. Důležitými faktory jsou barevný **tón, sytost a jas**. Svou roli hraje rovněž úroveň okolního osvětlení. Orientační vyšetření barvocitu se provádí pomocí pseudoizochromatických tabulek, dále se diagnostika provádí s využitím kvantitativních testů, tzv. Hue-testů, případně Nagelova anomaloskopu. Poruchami barvocitu trpí přibližně 8 % mužů a 0,5 % žen. Většinu (75 %) poruch představuje defekt v zelené fotoreceptorové oblasti, 25 % poruch je v červené fotoreceptorové oblasti. Fyziologicky člověk vnímá asi 150 barev v rozsahu viditelného světla, celkově však více než 2 000 odstínů. Fyziologický stav, kdy je oko schopno vnímat tři základní barvy, je označován termínem trichromazie. Mohou se však vyskytnout různé anomálie v podobě poruchy barvocitu. Protanomálie je snížená citlivost pro červenou barvu, deuteranomálie je snížená citlivost pro zelenou barvu, tritanomálie je snížená citlivost pro modrou barvu (Kroupová a kol., 2016). Poruchy barvocitu mohou zásadním způsobem limitovat orientaci, a to v prostoru i na ploše (Baslerová a kol., 2012).

Citlivost na kontrast

Jak uvádějí Kroupová a kol. (2016, s. 56), kontrastem se rozumí subjektivně zrakem hodnocený **rozdíl jasu dvou ploch viděných současně** v zorném poli nebo dvou nestejných podnětů postupně působících na zrak. U kontrastu se definuje jako prahová hodnota takový fotometrický kontrast objektu, při kterém se dosáhne vnímání dvou různých světelných částí objektu. Tato hranice závisí mimo jiné také na úrovni adaptace oka, osvětlení, pohybu apod. U zdravých očí je hodnota pro prahový kontrast při denním osvětlení v oblasti asi 0,01. Jako citlivost na kontrast se ozna-

BARVOSLEPOST

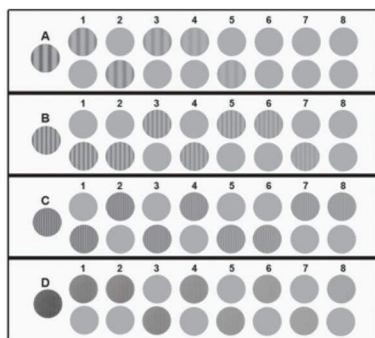
Barvoslepost se podle závažnosti dělí na úplnou barvoslepost, kdy člověk vnímá jen odstíny šedi, a na částečnou barvoslepost, které je několik druhů.

Ilustrace: Alena Vondráková



VISION CONTRAST TEST SYSTEM

Nejčastěji využívaným diagnostickým nástrojem jsou VCTS tabule.



JINÉ ZPŮSOBY TESTOVÁNÍ

Testování rozlišovací schopnosti oka při nižších kontrastech se provádí například při čtení písmen s různou sytostí šedé barvy.

Zdroj: Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart



čuje převrácená hodnota prahu kontrastu. Při vyšetřování vizu je nastaven vysoký kontrast, chybí tak informace o rozlišovací schopnosti oka při nižších kontrastech (v běžných situacích). Zjištění snížené citlivosti na kontrast může odhalit tzv. skrytou ztrátu zrakových funkcí například u některých onemocnění, jako je katarakta, glaukom, degenerativní procesy v oblasti makuly, neuritidy, roztroušená mozkomíšní skleróza. U některých dovede snížená citlivost na kontrast upozornit již záhy, v počátku onemocnění, a proto je cenným diagnostickým zjištěním.

Nejfrekventovanějším diagnostickým nástrojem pro vyšetření kontrastní citlivosti jsou tabule VCTS (Vision Contrast Test System). Jsou složeny z pěti řádků a devíti sloupců kruhových podnětových terčů (se střídajícími se tmavými a světlými pruhy o určité prostorové frekvenci). V každém řádku kontrast postupně klesá až k nule, pacient určuje orientaci pruhů v každém terči (při nulovém kontrastu pruhy chybí). Nejvyšší citlivost na kontrast je v oblasti 4–6 cyklů na úhlový stupeň. Snížená citlivost na kontrast se může vyskytovat u katarakty, artefakie, neuritid, roztroušené sklerózy, glaukomu, neuropatie a dalších onemocnění.

Poruchy adaptace na tmou a oslnění

Charakteristickou poruchou adaptace na oslnění je **fotofobie** neboli světloplachost. Jedná se o vrozenou nebo získanou přecitlivělost až dráždivost očí na světelné podněty, projevující se nepříjemnými pocity (slzením, bolestmi očí i hlavy aj.) a vedoucí k mhouření očí. Může být symptomem některých očních chorob (achromatopsie, aniridie, albinismu aj.), migrény, nadměrné mydriázy (po podání některých léků) nebo meningitidy (Kroupová a kol., 2016). V případě světloplachosti dojde velmi snadno k oslnění a ztrátě orientace. Oslnění rovněž komplikuje adaptaci na změněné světelné podmínky při přechodu z neosvětlených prostor do osvětlených, z interiéru do exteriéru apod. (Baslerová a kol., 2012).

K poruchám adaptace na tmou a oslnění lze zařadit rovněž hemeralopii – šeroslepost. Jedná se o poruchu vidění za sníženého osvětlení. Vzniká při nedostatku vitamínu A (zejména v rozvojových zemích) nebo jako symptom jiné oční choroby (retinopathia pigmentosa, degenerativní myopie aj.) (Kroupová a kol., 2016).

Stupně zrakového postižení a jejich charakteristika

Soudobá speciální pedagogika osob se zrakovým postižením zpravidla pracuje se čtyřmi základními kategoriemi, a to vzhledem k jejich specifčnosti v edukačních přístupech: osoby nevidomé, osoby se zbytky zraku, osoby slabozraké a osoby s poruchami binokulárního vidění.

Vymezení těchto kategorií je prováděno a priori na základě **kritérií zrakové ostrosti a stavu zorného pole**, současně jsou však reflektovány specifické aspekty stěžejní

z hlediska edukace, socializace a maximálního možného rozvoje potenciálu osob se zrakovým postižením. Vzhledem ke zmíněným aspektům je využita právě tato klasifikace pro účely kategorizace důsledků zrakového postižení a limitů z něj vyplývajících v jednotlivých stupních zrakového postižení.

Nevidomost

Nevidomost představuje **nejtěžší stupeň zrakového postižení** s nejmarkantnějšími dopady. Jejich variabilita je ovlivněna mimo jiné dobou vzniku zrakového postižení, kdy může jít o postižení vrozené či získané, ale i etiologií. Jde o heterogenní kategorii, v rámci níž je rozlišována nevidomost praktická, skutečná a úplná. Jedná se o „*ireverzibilní pokles centrální zrakové ostrosti pod 3/60 – světlocit*“ (Kraus a kol., 1997, s. 317).

U praktické nevidomosti dochází k poklesu centrální zrakové ostrosti pod 3/60 až 1/60 včetně nebo je binokulární zorné pole menší než 10°, ale větší než 5° kolem centrální fixace. Skutečnou nevidomost charakterizuje pokles centrální zrakové ostrosti pod 1/60 až zachovaný světlocit nebo zachované binokulární zorné pole 5° a méně i bez porušení centrální fixace. Pokud je zachován pouze světlocit s chybnou světelnou projekcí nebo není zachován vůbec, jedná se o stav plné slepoty – amaurózy.

Světová zdravotnická organizace kategorizuje nevidomost v rámci Mezinárodní statistické klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů v oddíle H54 následovně:

H54.0 – slepota obou očí, zraková vada kategorií 3, 4, 5 u obou očí

H54.1 – slepota jednoho oka a slabozrakost druhého oka, zraková vada kategorií 3, 4, 5 u jednoho oka s kategoriemi 1 nebo 2 u druhého oka

H54.4 – slepota jednoho oka, zraková vada kategorie 3, 4, 5 u jednoho oka (normální zrak u druhého oka)

Kategorie 3 – max. 3/60 – min. 1/60 (počítání prstů na 1 metr)

Kategorie 4 – max. 1/60 – min. vnímání světla

Kategorie 5 – žádné vnímání světla

Slabozrakost

V nejširším slova smyslu je slabozrakost považována za **orgánové postižení obou očí**, které i při optimální korekci činí jedinci problémy v běžném životě (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007). Z oftalmologického hlediska se jedná o „*ireverzibilní pokles zrakové ostrosti na lepším oku pod 6/18 až 3/60 včetně*“ (Kraus a kol., 1997, s. 317). Autor tuto kategorii vnitřně diferencuje na slabozrakost lehkou (vizus se pohybuje v intervalu 6/18–6/60) a těžkou (centrální zraková ostrost se pohybuje v rozmezí

NEVIDOMÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ

Přibližně 83 000 osob v České republice trpí těžkým zrakovým postižením, z toho přibližně 19 000 představují osoby nevidomé.

ČÍSELNÉ VYJÁDRĚNÍ

Vizus se vyjadřuje zlomkem, kde v čitateli je vyšetřovací vzdálenost v metrech a ve jmenovateli je číslo řádku na optotypu, který přečte zdravé oko.

6/60–3/60). Speciálněpedagogické hledisko preferuje třístupňovou kategorizaci na slabozrakost lehkou, střední a těžkou s akcentem na orientační posouzení úrovně zrakové percepce. Zásadní význam z hlediska speciálněpedagogické intervence má časový aspekt, v jehož intencích je rozlišována slabozrakost vrozená a získaná. Světová zdravotnická organizace (in Ludíková, Finková, Kroupová, 2013) definuje slabozrakost na základě totožného parametru – centrální zrakové ostrosti. Presentovaný interval zrakové ostrosti je shodný s Krausem, avšak vnitřní členění této kategorie je odlišné. Desátá decenální revize Mezinárodní statistické klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů prezentuje vnitřní diferenciaci v oddíle H54:

H54.2 – slabozrakost obou očí, zraková vada kategorie 1 nebo 2 u obou očí

H54.5 – slabozrakost jednoho oka, zraková vada kategorie 1 nebo 2 u jednoho oka (normální zrak u druhého oka)

Jednotlivé kategorie charakterizují závažnost zrakového postižení na základě zrakové ostrosti **s optimální možnou korekcí** ve vztahu maximum menší než a minimum rovné nebo lepší než.

Kategorie 1 – max. 6/18 – min. 6/60

Kategorie 2 – max. 6/60 – min. 3/60

Přidružené komplikace doprovázející nezdídku snížení centrální zrakové ostrosti zahrnují stavy spojené s narušením zorného pole – zúžení zorného pole, výpadky zorného pole, skotomy. K dalším frekventovaným komplikujícím faktorům patří poruchy barvocitu, nystagmus, fotofobie a další.

Zbytky zraku

Skupina osob se zbytky zraku je chápána jako **hraniční kategorie** mezi těžkou slabozrakostí a praktickou nevidomostí, z oftalmologického hlediska je pak definována intervalem zrakové ostrosti 3/60–0,5/60 (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007). Ve starší terminologii byla tato kategorie označována jako částečně vidící či těžce slabozrací. Diagnóza zbytky zraku může mít charakter stacionární, ztráta zrakových funkcí však bývá zpravidla progredující, nicméně může dojít i k částečnému zlepšení.

Poruchy binokulárního vidění

Dívá-li se člověk na určitý předmět, jeho obraz se vytvoří v oblasti makuly obou očí, a to na identických místech, čímž je zajištěno jeho **stereoskopické vnímání**. Právě podrážděním těchto identických míst sítnice vzniká jednotný prostorový vjem. Tato spolupráce je označována jako binokulární vidění (Oláh in Lopúchová, 2008). Předpokladem pro jednoduché binokulární vidění (tzn. vytvoření jednoho obrazu fixovaného předmětu) je motorická koordinace obou očí (tzn. vzájemně správné postavení bulbů) a senzorická koordinace obou očí (tzn. dobré vidění obou očí a normální

SPECIÁLNÍ PEDAGOGIKA

Speciální pedagogika osob se zrakovým postižením se zabývá výchovou, vzděláváním a všeobecným rozvojem jedince se zrakovým postižením napříč jednotlivými stupni zrakového postižení v celém věkovém spektru, a to v návaznosti na jeho individuální předpoklady a celkový potenciál. Osoby se zbytky zraku tvoří ryze speciálněpedagogickou kategorii na hranici mezi těžkou slabozrakostí a praktickou nevidomostí, která reflektuje jejich specifika zejména s ohledem na častou progresi zrakového postižení, psychologické aspekty a speciální podmínky edukace.

retinální korespondence – sítnicové body obou očí mají stejnou společnou lokalizaci v prostoru) (Kraus a kol., 1997). Nezbytnou podmínkou pro vznik jednoduchého prostorového vjemu je tedy „*rovnovážné postavení očí a jejich dokonalá pohybová souhra*“ (Rozsival, 2006, s. 53). Jednoduché binokulární vidění probíhá ve třech fázích: simultánní percepcie představuje schopnost současně vnímat sítnicemi obou očí, v následující fázi dochází ke spojení obrazů z obou sítnic v jediný obraz, nejvyšší fází binokulárního vidění je stereopse neboli schopnost vytvořit hloubkový vjem, tzv. trojrozměrné vnímání (Rozsival, 2006). Stereoskopické vidění umožňuje vnímat hloubku, plasticitu a perspektivu prostoru. Je nejdokonalejší formou vidění (Lopúchová, 2008).

Vývoj jednoduchého binokulárního vidění probíhá **od narození do přibližně 6 let** věku. Právě do této věkové hranice se jednotlivé binokulární reflexy stávají nepodmíněnými, což s sebou přináší nemožnost je dále ovlivnit. V tomto období si jedinec uvědomuje pozorovaný vjem a chápe jeho hloubkové souvislosti (Kuchynka a kol., 2007). Zasáhne-li do této věkové etapy nějaký patologický agens, normální vývoj binokulárního vidění se přeruší a vzniká porucha binokulárního vidění – amblyopie (tupozrakost), strabismus (šilhání).

Poruchy binokulárního vidění tvoří specifickou kategorii zrakového postižení nejen vzhledem k typické incidenci v dětské populaci, ale rovněž z hlediska jejich reverzibility (zvrtnosti, napravitelnosti). Jedná se o nejvíce zastoupenou kategorii zrakového postižení u dětí (Keblová in Hamadová, Květoňová, Nováková, 2007). Z hlediska etiologie se jedná o **vady funkční**, které zpravidla nevznikají na organickém podkladě, a lze je tudíž odstranit, případně zmírnit. Reverzibilní jsou však pouze v určitém věkově ohraničeném období, které je limitováno přibližně šestým rokem věku (tzn. obdobím, kdy dochází ke stabilizaci binokulárních reflexů). Po skončení této fáze šance na odstranění poruch binokulárního vidění výrazně klesají. Někteří autoři považují za hraniční pro nápravu osmý či devátý rok věku, v současnosti je tato hranice ortoptisty posouvána až na 12 let, kdy mozek stále ještě disponuje značnou plasticitou s možností reedukace. Náprava poruch binokulárního vidění je realizována prostřednictvím reedukačních pleoptických a ortoptických cvičení.

Amblyopie (tupozrakost)

Amblyopie představuje „*funkční vadu zraku, při které se jedná o snížení zrakové ostrosti obvykle jednoho oka, způsobené útlumem zrakového vnímání*“ (Ludíková, 1988, s. 21). Na základě kvalitativně odlišných vjemů z obou očí dochází k **preferenci lepšího oka**, respektive kvalitnějšího vjemu a potlačení oka (vjemu) méně kvalitního. Amblyopie zpravidla nevzniká na organickém podkladě, což znamená, že se jedná o vadu funkční a díky tomu **reverzibilní**. Pokud se však organické postižení vyskytuje, potom snížení centrální zrakové ostrosti není adekvátní vzhledem k tomuto postižení a může odpovídat až pásnu praktické nevidomosti. Pokles vidění přitom nelze srovnat pomocí optické korekce (Kuchynka a kol., 2007).

OKLUZOR

Jedná se o prostředek k zakrytí oka, který se používá k reedukaci tupozrakosti. Zakrývá se „zdravé“ oko tak, aby se funkčně slabší oko donutilo k práci a poskytovalo mozku stejně kvalitní vjem jako oko vedoucí. Zakrývá se stabilně jedno oko, případně střídavě obě oči.

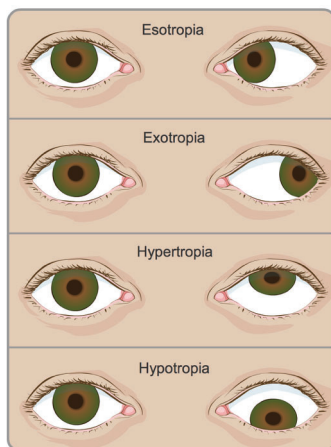
Zdroj: bisturi.com.br



RŮZNÉ DRUHY STRABISMU

Podle toho, kam se šilhající oko uchyluje, lze rozlišit několik typů strabismu.

Zdroj: www.adultchildeye.com



Podstatou amblyopie je stav, kdy na sítnicích obou očí vznikají nestejně obrazy, které mozek nedokáže adekvátně zpracovat do podoby prostorového vjemu. Tuto situaci mozek řeší supresí kvalitativně horšího zrakového vjemu – obraz oka s horší zrakovou ostroť je potlačen, což vede k útlumu funkce. V tomto případě nedochází k dokonalému rozvinutí binokulárního vidění – nelze dosáhnout stereopse.

Strabismus (šilhavost)

Ve vyspělých zemích je incidence strabismu v dětské populaci kolem 6–8 %. V rizikových skupinách dětí, tzn. u předčasně narozených a nezralých dětí, u dětí s poruchami centrálního zrakového systému, se výskyt těchto poruch zvyšuje až na 20 % (Lopúchová, 2008). Spolupráce obou očí je v případě strabismu porušena, současně bývá zhoršena zraková ostroť, často je přítomna amblyopie.

Strabismus představuje **poruchu rovnovážného postavení obou očí**, osy obou očí nejsou rovnoběžné, obrazy vnímaného předmětu z obou očí nevznikají na totožných místech sítnice, a nemohou proto dokonale splynout – vzniká diplopie (dvojitě vidění). Následně je jeden z vjemů potlačen, aby došlo k odstranění rušivého dvojitě vidění. Tento mechanismus může vést ke strabické amblyopii (Ludíková, 1988).

Příčiny strabismu jsou velmi variabilní. Největší skupinu představují optické etiologické faktory, které brání vytvoření ostrého obrazu na sítnici (hypermetropie, myopie). Další výraznou skupinu tvoří onemocnění nervového systému (DMO). U většiny dětí lze vysledovat rovněž dědičný faktor vzniku strabismu (Lopúchová, 2008). K dalším etiologickým faktorům řadí Ludíková (1988) obrnu okohybných svalů nebo poruchy v oblasti zrakových nervů a další. Je nutné zdůraznit, že etiologie strabismu se může lišit v závislosti na jeho typu (dynamický versus paralytický strabismus).

Důsledky zrakového postižení a limity z něj vyplývající

Senzorický deficit, respektive **ztráta či výrazné snížení zrakové percepce** výrazným způsobem zasahuje do všech složek běžného života jedince a některé z nich zásadním způsobem limituje. Komplexně je determinován rozvoj celé osobnosti jedince, psychický vývoj nevyjímaje. Přítomnost zrakového postižení se promítá do oblasti kognitivní, motorické i psychosociální. Charakter tohoto dopadu je ovlivněn nejen typem a stupněm zrakového postižení, etiologií, ale i aspektem doby vzniku zrakové vady a řadou dalších spolupůsobících faktorů, jejichž variabilita a vzájemná interakce je velmi individuální. Vágnerová charakterizuje vliv zrakové vady na jedince se zrakovým postižením jako dvojitě: „*Primární postižení, tj. zrakový handicap a změny sekundárního charakteru, které z něho vyplývají. Sekundárně jsou postiženy ty funkce, jejichž přiměřený vývoj je závislý na dobré úrovni zrakového vnímání a na dostatečném přívodu zrakových informací*“ (1995, s. 11). Proto se zde bude hovořit o důsledcích snížení či ztráty zrakové percepce a limitech z nich vyplývajících.

Důsledky zrakového postižení lze zpravidla zevšeobecnit na celou kategorii osob se zrakovým postižením, jejich škála je více či méně totožná napříč všemi stupni zrakového postižení, liší se však svou intenzitou a vzájemnou interakcí ve smyslu subjektivního vlivu na každého jedince.

V návaznosti na úroveň zrakové ztráty dochází v různé míře k **informačnímu deficitu** a zkreslení charakteru přijímaných informací z prostředí. Převážná část informací z prostředí má zrakový charakter, snížené zrakové vnímání je pak příčinou informační bariéry, kterou je nutné kompenzovat náhradními mechanismy – zapojením nižších i vyšších kompenzačních činitelů. Akcentována je v tomto kontextu potřeba využívat kompenzační a rehabilitační pomůcky s cílem maximálně využít stávající zrakový potenciál. Limitace se odráží i v omezených možnostech práce s běžným černotiskem, zpravidla je nutné výrazné zvětšení a v krajním případě modifikace do Braillova písma. Narušení zrakových funkcí se promítá do kvality hloubkového a prostorového vidění, schopnosti lokalizace, analýzy, syntézy či vizuomotorické koordinace, jejichž úroveň může být v závislosti na hloubce postižení výrazně limitována. V případě vrozeného či raně získaného zrakového postižení je významně ovlivněn a narušen vývoj poznávacích procesů, tvorba představ, paměť, myšlení a řeč. V důsledku nedostatečného množství nebo úplné absence zrakových podnětů v případě vrozeného zrakového postižení se může manifestovat sensorická deprivace. Tu je možné pozitivně ovlivnit včasnou reedukací zbytků zraku, pokud jsou zachovány, a zejména rozvojem kompenzačních smyslů, především hmatu a sluchu v interakci s dalšími, vyššími kompenzačními mechanismy.

Zásadním způsobem je v důsledku omezení zrakové percepce ovlivněna sféra prostorové orientace a samostatného pohybu, nejmarkantněji bezesporu v případě osob nevidomých, nicméně obtíže se manifestují i v dalších kategoriích zrakového postižení. Informace nezbytné k orientaci v prostoru jsou pak v různém zastoupení syntézou omezeného zrakového vnímání, pokud je zachováno, kompenzačních činitelů a technické podpory z oblasti tyfotechniky. Růžičková (2007) zdůrazňuje, že napříč všemi kategoriemi osob se zrakovým postižením je nutno obtíže spojené s **prostorovou orientací a samostatným pohybem** kompenzovat a eliminovat ve všech oblastech edukace. Když už jsme zmínili oblast edukace, rovněž zde se promítá těžké zrakové postižení ve smyslu nutné modifikace výchovně-vzdělávacího procesu. V tomto kontextu se zde otevírá nabídka dvou vzdělávacích forem, aktuálně preferovaného inkluzivního vzdělávání a vzdělávání v rámci systému speciálního školství jako druhá varianta. Charakteristickým důsledkem omezení zrakové percepce je pomalejší pracovní tempo a s ním související zvýšená namáhavost zrakové práce a rychlejší unavitelnost daná celkovou zátěží na organismus. V tomto kontextu se manifestuje další potřeba – dodržování adekvátních zásad zrakové hygieny (intervaly zrakové práce do blízka, úroveň osvětlení, charakteristiky prostředí a pracovní plochy, modifikace obrazového a textového materiálu apod.), a to opět s ohledem na

PROSTOROVÁ ORIENTACE

Zásadním způsobem zasahuje do schopnosti prostorové orientace zejména omezení zorného pole, které se může zúžit až na úroveň tzv. trubicovitého vidění nebo se v něm mohou vyskytovat různé typy skotomů (výpadků).

REDUKCE INFORMAČNÍHO DEFICITU
Na realizovaný projekt, v rámci něhož vznikla tato publikace, nepřímo naváže další projekt podpořený Technologickou agenturou České republiky, a to **Redukce informačního deficitu a rozvoj představitosti osob se zrakovým postižením prostřednictvím 3D modelů s auditivními prvky.**

charakter zrakového postižení. S nezbytnou úpravou podmínek výchovy a vzdělávání velmi úzce souvisí limitovaná až redukováná oblast volby povolání a následného pracovního uplatnění. Zásadní je rovněž vliv zrakového postižení na psychickou stránku jedince, může být narušena sféra emocionálně-volní i charakterová. V psychosociální rovině je zpravidla negativně ovlivněno formování a rozvoj sociálních vztahů, úroveň interpersonální interakce a komunikace. V tomto kontextu se otevírá rovněž otázka socializace a sociální integrace osob se zrakovým postižením, která je existencí zrakového postižení rovněž determinována.

Širší analýzy vlivu zrakového postižení na život jedince ukázaly, že u osob se zrakovým postižením se 1,5 až 4,1 násobně zvyšuje riziko úmrtí a statisticky se zkracuje délka života. Zrakové postižení rovněž významně zvyšuje další riziko poškození zdraví – riziko pádu se zvyšuje minimálně dvojnásobně, riziko zlomeniny krčku femuru se zvyšuje čtyřnásobně až osminásobně, riziko rozvoje deprese se zvyšuje až trojnásobně (Regec a kol., 2012).

Důsledky zrakového postižení specifické pro jednotlivé kategorie osob se zrakovým postižením

Důsledky snížení zrakové percepce na úroveň nevidomosti

V této kategorii jsou důsledky zrakového postižení vzhledem k úplné ztrátě zrakové percepce nejmarkantnější. Fakt, že nevidomé osoby nemohou z okolního světa získávat informace zrakovou cestou, predikuje potřebu rozvoje kompenzačních mechanismů směrem k maximální možné míře **kompenzace informačního deficitu**. Ten se promítá i do oblasti tvorby představ – charakteristická je jejich nižší kvalita projevující se zkresleností, neúplností, deformovaností. Litvak (1979) dodává, že pro jedince s těžkým zrakovým postižením je charakteristická zlomkovitost, schematismus, nízký stupeň zevšeobecnění a verbalismus. Informační deficit daný absencí zrakového vnímání se odráží v nemožnosti pracovat s běžným černotiskem, nutná je modifikace do bodového písma nebo pomocí digitalizace do elektronické podoby a prezentace formou hlasového výstupu. V souvislosti s překotným rozvojem informačních technologií je tato sféra poměrně snadno kompenzovatelná. Další důsledky se velmi intenzivně odrážejí ve sféře mobility. „*Nevidomost výrazně ovlivňuje možnosti prostorové orientace a samostatného pohybu. K orientaci v prostředí využijí tito jedinci vedle průvodcovských služeb vidících i speciální techniky, zejména chůzi s bílou holí, dále různých prvků ozvučení prostředí či hmatového popisu trasy*“ (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007, s. 36). Absentující zraková zpětná vazba velmi podstatně determinuje oblast sebeobslužných aktivit – charakteristický je jejich ztížený nácvik související s nutností modifikace algoritmů jednotlivých činností s akcentem na využití kompenzační funkce dalších smyslů a vyšších kompenzačních činitelů. Růžičková

(2007, s. 14) zdůrazňuje, že „nemožnost odezírat děje kolem sebe a zároveň vyřazení zrakové kontroly při nácviku složitějších aktivit vede k nutnosti vše vysvětlovat pomocí slovního doprovodu a podpořit rozvíjením nižších a vyšších kompenzačních činitelů proto, aby nedocházelo k opoždění oproti intaktním vrstevníkům“. Limitace se i přes veškerá legislativní antidiskriminační opatření projevuje ve výrazném zúžení spektra adekvátních povolání a reálných možností pracovního uplatnění. V této souvislosti je rovněž nezbytná modifikace podmínek výchovně-vzdělávacího procesu (materiálně-technické podmínky, aplikace podpůrných opatření, specifické formy a metody práce, modifikace obsahů vzdělávání apod.). V psychosociální oblasti je markantním problémem navazování a formování sociálních vztahů, další specifika se vyskytují v oblasti komunikace – již samotná iniciace komunikace formou zrakového kontaktu je značně limitující. Problémy se mohou projevit rovněž ve sféře socializace a sociální integrace nevidomých osob vlivem řady faktorů – neadekvátních výchovných postojů rodičů, nižší sociální zkušenosti, z individuálního osobnostního vybavení jedince, přístupů a postojů společnosti a mnoha dalších příčin či jejich kombinací.

Důsledky snížení zrakové percepce na úroveň zbytků zraku

Vzhledem k minimálním zachovaným zrakovým reziduím jsou důsledky a limity pro kategorii osob se zbytky zraku víceméně totožné jako v případě nevidomosti. V důsledku omezení zrakové percepce na úroveň zbytků zraku dochází ke snížení, omezení či deformaci zrakových schopností jedince, charakteristické je narušení kvality představ, obdobně jako v případě nevidomosti mohou být nepřesné či deformované. Omezení zrakového vnímání vede zpravidla ke **snížení grafických schopností**, snížení pracovního výkonu provázenému rychlejší unavitelností. Směrem k optimální kompenzaci informačního deficitu způsobeného narušením, respektive výrazně omezeným zrakovým vnímáním je specifickým přístupem využívaným osobami se zbytky zraku tzv. dvojmetoda. Její charakteristikou je vzájemná interakce a kombinace technik, metod a postupů určených osobám jak nevidomým, tak slabozrakým. V intencích výchovně-vzdělávacího procesu to mimo jiné znamená současné užívání bodového písma i černotiskové podoby textu v optimálně zvětšené variantě. Klíčovým principem prolínajícím veškerými aktivitami osob se zbytky zraku je využívání a rozvíjení zrakových schopností za předpokladu přísného dodržování zásad zrakové hygieny při současném rozvoji kompenzačních mechanismů. Vzhledem k faktu, že tito jedinci disponují jen velmi malými rezidui zraku, které však zpravidla preferují před mechanismy určenými osobám nevidomým, je organismus osob se zbytky zraku pod stálým tlakem. Veškeré zrakové aktivity představují komplexní zátěž nejen fyzickou, ale i psychickou. Tato výrazná tenze se pak může manifestovat jako zvýšená podrážděnost, vztahovačnost či snížená adaptabilita na změněné podmínky. Fyzická stránka je zpravidla zatížena kompenzačním postavením hlavy či celého těla, které může sekundárně vyústit v zafixování vadného držení těla a deformaci celé postury.

DVOJMETODA

Tzv. dvojmetoda představuje vzájemnou interakci a kombinace technik, metod a postupů určených osobám jak nevidomým, tak slabozrakým.

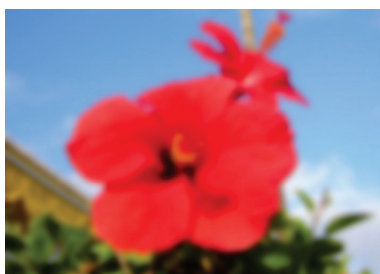
Foto: Viktor Čáp



SLABOZRAKOST

Slabozrakost je zrakové postižení, které má podle českých oftalmologických kritérií hraniční body 6/18 až 3/60, tedy od stavu, kdy slabozraký člověk vnímá třetinu normálu, až k hranici praktické nevidomosti. Lehkou formu lze snadno odstranit brýlemi nebo kontaktními čočkami.

Ilustrace: Alena Vondráková



Osoby se zbytky zraku tvoří hraniční skupinu mezi těžkou slabozrakostí a praktickou nevidomostí, což může v psychické rovině vyústit v nejistotu v osobní identitě, jejíž integrální součástí je rovněž i identita jedince se zrakovým postižením, a následně v determinaci oblasti sociální integrace.

Důsledky snížení zrakové percepce na úroveň slabozrakosti

Využitelnost zraku a kvalita zrakového vnímání jsou u osob slabozrakých specificky odlišné ve srovnání se zrakovými funkcemi v pásmu normy, přičemž kvalita vidění je velmi variabilní, a to nejen ve smyslu stupně zrakového postižení, ale i funkční využitelnosti zraku u každého jedince. Slabozrakost se nepříznivě promítá do rozvoje zrakového vnímání – dochází k jeho snížení, omezení či deformaci. V tomto kontextu se mohou utvářet nepřesné, neúplné nebo zkrácené představy (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007).

Nepřesnosti se projevují ve vnímání předmětů či jejich konkrétních detailů, nezdědka se vyskytuje nedokonalá diferenciací barev, písmen, číslic a dalších symbolických zobrazení. Limity se manifestují rovněž ve snížené schopnosti běžného grafického a praktického pracovního na zrak vázaného výkonu. Specificky poznamenána zpravidla bývá sféra prostorové orientace a samostatného pohybu. Slabozraké osoby jsou vesměs v pohybu méně jisté a pomalejší (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007).

Z provedených výzkumů vyplývá, že většina slabozrakých osob jsou jedinci se **sníženou koncentrací, slabší pozorností, rychlejší unavitelností**, a to nejen ve smyslu zvýšené zrakové námahy, s pomalejším pracovním tempem a vyšší sugestibilitou. Také v rámci této kategorie je, ve větší či menší míře, nutná modifikace výchovně-vzdělávacího procesu s akcentem na dodržování adekvátních zásad zrakové hygieny. Směrem k optimalizaci a maximální výtěžnosti zrakové percepce je využívána podpora kompenzačními optickými i neoptickými pomůckami. „Vedle soustavného a přitom přiměřeného rozvoje zrakového vnímání je třeba vizuální nedostatky slabozrakých osob do určité míry kompenzovat zbylými smysly, ale také schopnostmi vyšších nervových funkcí“ (Finková, Ludíková, Růžičková, 2007, s. 36). Rovněž u slabozrakých osob je patrná limitace volby povolání a možností uplatnění na trhu práce. V řadě případů je dalším komplikujícím faktorem postupná progresí zrakové vady a případné kontraindikace některých aktivit (například sportovních) s charakterem zrakového postižení. Negativní vliv směrem k socializaci a sociální integraci mohou mít, kromě jiného, nezdědka se objevující pocity méněcennosti a zhoršená adaptabilita na změněné podmínky.

Důsledky poruch binokulárního vidění

Nejmarkantnějším důsledkem poruch binokulárního vidění je de facto **absence stereoskopického vidění**. Jedinec s poruchou binokulárního vidění má a priori

problémy ve vnímání prostoru a prostorových vztahů – s odhadem vzdálenosti a umístění předmětů, s vnímáním směru a rychlosti jejich pohybu. Zcela chybí vjem trojrozměrnosti a hloubky. Narušeny jsou rovněž **zrakové představy**, které bývají méně přesné a chudší než u intaktní populace. Vytváření adekvátních představ může být zdouhavější, představy bývají tvarově méně přesné a z hlediska barevnosti méně syté. Porušena je rovněž zraková analyticko-syntetická činnost. Ta bývá velmi slabě rozvinuta, zrakové asociace se vytvářejí pomaleji a obtížněji, slabší je rovněž zraková paměť.

Kromě zrakové ostroty (zejména u amblyopie) může být rovněž zúženo zorné pole (zejména u strabismu). Další porušenou funkcí je **vizuomotorická koordinace**, s níž souvisejí pomalejší a méně přesné reakce na vizuální podněty, limitována je také zraková kontrola přesnosti pohybů. Dále může být snížena obratnost, koordinace pohybů a narušena schopnost vytváření percepčně-motorických vztahů (Lopúchová, 2010). Na základě těchto limitovaných funkcí může být negativně ovlivněna oblast grafického výkonu, práce s textovým či obrazovým materiálem, barvocit, vykonávání některých motoricky koordinačně složitých aktivit, hrubá orientace v prostoru ve smyslu absence vnímání perspektivy a trojrozměrnosti a další běžné aktivity. Avšak vzhledem k tomu, že se jedná o poruchy charakteristické a priori pro dětskou populaci, které jsou reverzibilní rovněž v dětském věku, měla by být převážná většina dopadů těchto poruch eliminována, respektive redukována v mladším školním věku.

Záměrem výše prezentovaného teoretického exkurzu bylo vytvořit základní informační rámec po potřeby adekvátního porozumění problematice prostorové orientace s využitím tyflomap. Bazální informace o zrakovém postižení a jeho variabilních důsledcích, limitech a specifických charakteristikách jsou vstupním předpokladem pro hlubší porozumění tematickým souvislostem a pro komplexní uchopení celé problematiky spojené se zobrazovacími technikami tyflomap. Role zraku v životě člověka je zcela eminentní, jeho oslabení či ztráta vedou k závažným limitům napříč veškerými aktivitami v životě člověka.

Informační zdroje

BASLEROVÁ, P. a kol. *Metodika práce se žákem se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3307-3.

FINKOVÁ, D., LUDÍKOVÁ, L., RŮŽIČKOVÁ, V. *Speciální pedagogika osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1857-5.

HAMADOVÁ, P., KVĚTOŇOVÁ, L., NOVÁKOVÁ, Z. *Oftalmopedie*. Brno: Paido, 2007. ISBN 978-80-7315-159-1.

VIZUOMOTORICKÉ LISTY

Existuje řada pomůcek pro rozvoj zrakového vnímání a trénování souhry oka a ruky. Příkladem je publikace „Vizuomotorické listy“.

Zdroj: www.pasparta.cz



DOSTUPNOST PUBLIKACÍ

Vybrané publikace jsou k dispozici prostřednictvím webových stránek hmatovemapy.upol.cz, některé jsou k dispozici prostřednictvím odborné sociální sítě ResearchGate.

- HYCL, J., VALEŠOVÁ, L. *Atlas oftalmologie*. Praha: Triton, 2003. ISBN 80-7254-382-2.
- KRAUS, H. a kol. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- KROUPOVÁ, K. a kol. *Slovník speciálněpedagogické terminologie: vybrané pojmy*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5264-8.
- KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- KVĚTOŇOVÁ-ŠVECOVÁ, L. *Oftalmopedie*. Brno: Paido, 2000. ISBN 80-85931-84-2.
- LITVAK, A. G. *Nástin psychologie nevidomých a slabozrakých*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979.
- LOPÚCHOVÁ, J. *Pedagogika zrakovo postihnutých (Vybrané kapitoly)*. Bratislava: MABAG, spol. s r. o., 2008. ISBN 978-80-89113-53-8.
- LOPÚCHOVÁ, J. *Reedukácia a komplexná rehabilitácia zraku u jednotlivcov so zrakovým postihnutím*. Bratislava: Iris, 2010. ISBN 978-80-89238-40-8.
- LUDÍKOVÁ, L. *Tyflopedie předškolního věku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. ISBN 80-244-0955-0.
- LUDÍKOVÁ, L. *Tyflopedie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1988.
- LUDÍKOVÁ, L., FINKOVÁ, D., KROUPOVÁ, K. *Teoretická východiska speciální pedagogiky osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3700-2.
- MORAVCOVÁ, D. *Zraková terapie slabozrakých a pacientů s nízkým vizem*. Praha: Triton, 2004. ISBN 80-7254-476-4.
- REGEC, V. a kol. *Komunikace a lidé se specifickými potřebami*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3203-8.
- ROZSÍVAL, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- RŮŽIČKOVÁ, V. (ed.) *Integrace zrakově a kombinovaně postižených žáků*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1738-7.
- RŮŽIČKOVÁ, V., KROUPOVÁ, K., KRAMOSILOVÁ, Z. *Zrakový trénink a jeho podmínky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-5096-4.
- VÁGNEROVÁ, M. *Oftalmopsychologie dětského věku*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-053-X.



SAMOSTATNÝ POHYB OSOB SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM

Jednou z velmi důležitých aktivit člověka je samostatný pohyb. Stupeň zrakového postižení však tuto schopnost velmi významně ovlivňuje.

Foto: Viktor Čáp

OBRAZEM

Zrak jako jediný analyzátor umožňuje člověku získat maximum informací v minimálním časovém úseku, takřka jíc mrknutím oka. Stává se tak zcela dominantním informátorem, pomocí něhož je získáváno **75–90 % informací z prostředí**. Zrakové postižení s sebou tudíž přináší zásadní informační deficit, a to v nejširším slova smyslu. Omezení nebo úplná ztráta zrakového vnímání (od lehké slabozrakosti, kdy je vidění zredukováno na jednu třetinu normálu, až po stav úplné ztráty zrakového čítí v případě úplné nevidomosti) významným způsobem zasahují do všech složek běžného života člověka a některé z nich **zásadním způsobem limituje**. Nejmarkantněji bývá informačním deficitem, který s sebou přináší nutnost kompenzace pomocí ostatních smyslů a dalších mechanismů, zasažena oblast prostorové orientace a samostatného pohybu, ztížen je rovněž nácvik a zajištění sebeobsluhy, specificky je třeba uzpůsobit podmínky výchovy a vzdělávání, poměrně značně jsou redukovány možnosti profesní orientace a pracovního uplatnění. Sensorickým deficitem jsou ovlivněny nejen kognitivní procesy, ale i interpersonální vztahy, proces socializace a oblast emocionálně-volní.



POMOC

Pokud chcete nevidomému pomoci například dostat se přes rušnou silnici, nejprve ho oslovte a na formě pomoci se domluvte. Nejhorší možný přístup je vzít nevidomého za ruku a bez ptaní ho vést.

Foto: Viktor Čáp

SAMOSTATNÝ POHYB S BÍLOU HOLÍ

Nevidomost výrazně ovlivňuje možnosti prostorové orientace a samostatného pohybu. K orientaci v prostředí využívají tito jedinci vedle průvodcovských služeb vidících i speciální techniky, zejména chůzi s bílou holí.

Foto: Viktor Čáp

UŽIVATELÉ TYFLOMAP



O **zrakovém postižení** se hovoří až ve chvíli, kdy běžné způsoby korekce (brýle, kontaktní čočky, operativní zákrok, medikace) nedostačují a člověk i přes veškerou lékařskou snahu nedosáhne normální úrovně zrakové ostrosti. Ta se pohybuje od úrovně 6/18 až po úplnou ztrátu vizuální percepce. Lidé, kteří musí nosit brýle, a pokud je nosí, tak vidí „normálně“, nejsou považováni za osoby se zrakovým postižením. Naopak lidé se zrakovým postižením nemusí nutně brýle nosit – jejich vada nemusí být korigovatelná, a není tudíž nutné předepisovat brýlovou korekci.

Například Karel špatně vidí do dálky (má tzv. refrakční vadu – myopii). Když si však nasadí brýle, může se naprosto v klidu a bez problémů rozhlížet po krajině na rozhledně nebo se dívat na film v kině z poslední řady – vidí stejně dobře, jako by žádnou zrakovou vadu neměl.

A pak je tu Kristýna – nosí brýle, a přesto nepoznává své přátele, kteří jí mávají u autobusu, protože je slabozraká – má zrakovou ostrost 6/18. Jde o rozlišovací schopnost oka vnímat dva prostorově oddělené objekty jako dva. V praxi se jedná o schopnost dobře a ostře vidět do dálky a rozlišovat detaily. Hodnota v čitateli označuje vzdálenost, z níž člověk vidí určitý předmět, hodnota ve jmenovateli symbolizuje vzdálenost, z níž by daný předmět měl vidět, pokud by měl zrakové funkce v normě. Kristýna by tak měla vidět ceduli s nápisem ze vzdálenosti 18 metrů, ale jelikož je slabozraká (a to pouze lehce, jedná se o horní hranici slabozrakosti), vidí ji až ve chvíli, kdy se přiblíží na vzdálenost 6 metrů. Její schopnost vnímat zrakem je snížena na 1/3 normálního vidění bez možnosti tento stav jakkoli zvrátit. Kristýna je jedním z potenciálních uživatelů audio-taktilních tyflo-

ÚPRAVY CHODNÍKŮ

Povrch chodníků bývá speciálně upraven a pomocí strukturních dlaždic jsou pro nevidomé vyznačena místa pro přecházení komunikací. Známe je také zařízení pro ovládání zvukového signálu u přechodů pro chodce.

Foto: Viktor Čáp





PROSTOROVÁ ORIENTACE

Prostorová orientace a samostatný pohyb jsou základním předpokladem pro **samostatnost jedince** v jeho okolí, ať se jedná o pohyb v rámci bytu či kanceláře, ale i v otevřených prostorách měst, obcí či nákupních center. U osob se zrakovým postižením je tento základní předpoklad velmi omezen a záleží na výchově, vzdělání, vnějších okolnostech i vnitřní motivaci jedince, jak se zvládne s nastalou situací, nutností se orientovat bez kontroly zrakem, vyrovnat. Mezi dané vnější okolnosti ovlivňující schopnost orientace v prostoru patří ty, které zahrnují osoby v okolí, dovednosti a schopnosti jedince, ale v neposlední řadě také technické zázemí.

S ohledem na prostorovou orientaci a samostatný pohyb je poté třeba myslet především na **metodiku**, jež učí jedince pracovat se schopnostmi a dovednostmi, které zůstaly zachovány a které je díky tomu možné dále rozvíjet. V rámci samotné prostorové orientace s těmito procesy pomáhají od dětství rodiče, které podporují pracovníci rané péče, poté speciální pedagogové (učitelé či instruktoři prostorové orientace a samostatného pohybu) a v dospělosti a seniu právě instruktoři prostorové orientace a samostatného pohybu osob se zrakovým postižením. Rozvoj prostorové orientace u dítěte se zrakovým postižením pak samozřejmě probíhá jinak než u dospělého člověka, jenž přišel o zrak v době již vytvořených představ o okolním světě.

V rámci České republiky se začalo s „cíleným, záměrným a poučeným“ školením a vzděláváním jedinců se zrakovým postižením v sedmdesátých letech minulého století, kdy probíhaly první tzv. **skupinové kurzy pro osoby nevidomé**. Od daného data uplynulo již více než čtyřicet let a posun vpřed je možné spatřovat nejen ve vytvoření metodiky, vyučovací metody či zavedení povinného neklasifikovaného předmětu prostorová orientace pro žáky s diagnózou nevidomost a zbytky zraku na základní školy, ale také v postupné modifikaci postupů pro každého jedince zvlášť, dle jeho potřeb, schopností i zkušeností, a to vše bez jakékoli úlevy či vzdání se hlavního cíle – dosažení maximální samostatnosti osoby se zrakovým postižením v této oblasti. Změny k lepšímu se udály také v oblasti vzdělávání odborníků, kteří se výuce prostorové orientace a s tím spojenému osamostatnění se v pohybu věnují. Vzdělávání odborníků bylo standardizováno a kromě kurzů, které nabízí SONS svým zaměstnancům, existuje také nabídka kurzů v rámci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků celoživotního doplňkového vzdělání na univerzitách. Toto vzdělávání probíhá pod akreditací MŠMT na základě splnění akreditačních podmínek stanovených podle § 9 odst. 1 písm. f) vyhlášky č. 307/2005 Sb., o dalším vzdělávání

11

PROSTOROVÁ ORIENTACE A VZDĚLÁVÁNÍ

Prostorová orientace se etablovala jako jeden z povinných předmětů v rámci základního vzdělávání pro žáky s nevidomostí či zbytky zraku.

pedagogických pracovníků, akreditační komisi a kariérním systému pedagogických pracovníků, v aktuálním znění. V dnešní době se lze zároveň setkat, i když bohužel v menší míře, než je z řad veřejnosti vyžadováno, se **vzděláváním rodičů dětí se zrakovým postižením**, případně také pedagogických asistentů. Vzdelávání rodičů si zajišťují některé organizace (například Společnost pro ranou péči, Raná péče EDA či Asociace rodičů a přátel dětí nevidomých a slabozrakých v ČR, o. s.) samy a poskytují rodičům dětí s těžkým zrakovým postižením základní přehled a praktické zkušenosti o tom, čeho by jejich dítě mělo v určitém věku dosáhnout v této oblasti. Současně s tím se rodičům dostává informací a podpory, jak daného dosáhnout s přihlédnutím k individualitě každého dítěte i jeho zázemí.

Postupy **nácviku prostorové orientace** v sobě zahrnují, respektive měly by zahrnovat jednotlivé prvky, které na sebe logicky navazují, odpovídají potřebě zadavatele, ale zároveň dosahují výše vymezeného cíle. Je samozřejmé, že každý jedinec se zrakovým postižením má jiné zadání, pokud jde o cíl a časový úsek, ale každý dobrý instruktor prostorové orientace a samostatného pohybu by měl dodržovat jisté postupy, hlídat postupné kroky, dílčí cíle a neustále se vracet k upevňování základních prvků a návyků. Wiener (1998, 2006) vymezil ve svých publikacích a vlastně také v metodikách i náplni školního předmětu jak jednotlivé prvky, tak také postupné kroky, které je nutné absolvovat.

Mezi **prvky prostorové orientace** a samostatného pohybu, které musí jedinec s těžkým zrakovým postižením ovládat a jež nesmí být přeskočeny, patří jak bezpečnostní postoje – držení, tak také chůze podél vodicích linií a především chůze s průvodcem. Až poté zvládne jedinec techniky chůze bez hole, přičemž tyto techniky mu při pohybu budou dále nápomocny – například posílení stability jedince, chůze po schodech, chůze v přímém směru, odhad vzdáleností, odhad úhlů, vnímání sklonu dráhy, vnímání povrchu terénu, echolokace apod.

Jednotlivé **didaktické postupy** shrnul ve svých publikacích Wiener (1986, 1997, 2006) či Růžičková (2013), Růžičková a Kroupová (2017) a další. Postupy a metodiky se však mění a upravují dle výše zmíněných potřeb i schopností každého jedince zvlášť. U osoby s těžkým zrakovým postižením tedy musí instruktor prostorové orientace či pedagog na základní škole, který prošel kurzem, před nácvikem zjistit následující: věk jedince, důvod ztráty zrakového postižení, dobu ztráty zrakového vnímání, dosavadní zkušenosti jedince, potřeby jedince, znalosti jedince, jeho zájem a možnosti podpory, limity dané zdravotním či psychickým stavem a další.

Všechny zjištěné údaje jsou poté pro pedagoga (instruktora prostorové orientace, učitele) důležité, aby věděl, **jaké vhodné trasy plánovat**, jak je dělit na úseky, jak rychle postupovat vpřed, čemu se zpočátku ve výuce vyhnout, na čem je naopak možné stavět apod.

DIDAKTICKÉ MATERIÁLY

V rámci realizovaného projektu byly vytvořeny didaktické materiály pro ty, kteří osoby se zrakovým postižením učí pracovat s novými TouchIt3D mapami. Tyto materiály jsou dostupné na webu hmatovemapy.upol.cz.

Nácvik prostorové orientace v raném a dětském věku

Ludíková (2004) či Balunová, Heřmánková a Ludíková (2001) udávají, že dítě se zrakovým postižením poznává **prostor a jeho dimenzionalitu** až ve chvíli, kdy se jeho ruce střetnou nad tělem. K danému je potřeba dítě s těžkým zrakovým postižením motivovat, a to jak umístěním postýlky v prostoru (tak aby slyšelo zvuky ze všech stran), nošením po bytě a popisováním prostoru z různé perspektivy a v neposlední řadě hraním si s tělem, masážemi či zvukovými hračkami nebo stimuly. Dítě se zrakovým postižením poznává prostor jen skrze dospělou osobu, a proto je důležité, aby tato osoba byla poučena a její kroky vycházely z určité metodiky: poznání vlastního těla, poznání prostoru, poznání pohybu – poznání bezpečného pohybu a bezpečného prostředí. Dítě se na začátek musí seznámit s vlastním tělem, vším, co k němu patří a co mu pomůže v pohybu, tedy je potřeba mu ukázat například při masáží, koupání, mazlení apod., kde má hlavu a kde palce na nohou, jak se roztahují ručičky i jak se může překulit na břicho, později jak se postaví na čtyři, jak leze či jak se posadí. Rodiče musí dítě s těžkým zrakovým postižením naučit všechny základní dovednosti, které se pohybu týkají, neboť dítě bez zrakové kontroly nemá možnost je zkontrolovat zrakovou cestou a poté napodobit. Dítě se tedy musí postupně naučit otáčet, plazit, lézt, sedět, chodit, běhat či skákat, ale také chodit dozadu či bezpečně padat.

Poznávání prostoru kolem dítěte je tedy jen jednou ze součástí prostorové orientace a samostatného pohybu. Jak již bylo uvedeno výše, začíná se poznáváním prostoru po zvuku – tedy tím, jak a odkud se k člověku zvuk nese, poté tím, jak jej popisuje hlas dospělého, třeba při nošení či vození v kočáře v okolí, a teprve poté jej dítě, při zachování zásad bezpečnosti, poznává při lezení či chůzi samo. Než dítě nastoupí do předškolního zařízení, mělo by zvládnout samostatnou bezpečnou chůzi ve známém prostředí a s dopomocí za ruku v prostředí neznámém.

Nácvik prvků prostorové orientace a samostatného pohybu v předškolním, školním a dospělém věku

Mezi základní prvky, které by měl jedinec ovládnout a zvládnout, aby se ve svém známém, popřípadě později novém okolí orientoval bezpečně, patří techniky chůze bez bílé hole. Konkrétně se jedná o níže popsané bezpečnostní držení, chůze s průvodcem, trailing, chůze v přímém směru, odhad úhlů apod.

Bezpečnostní držení

Bezpečnostní držení neboli bezpečnostní postoje jsou přesně stanovené polohy rukou, které pomáhají chránit nejdůležitější části těla. **Horní bezpečnostní držení** chrání obličej a hlavu a vyznačuje se tím, že ruka s rozevřenými prsty je umístěna

BEZPEČNOSTNÍ DRŽENÍ

Kombinované bezpečnostní držení se používá při pohybu bez bílé hole.

Foto: Veronika Růžičková



POHYB PROSTŘEDNICTVÍM TRAILINGU

Jedná se o způsob pohybu, který využívá přirozené či uměle vytvořené vodící linie. Využívá se zejména ve známém interiéru pro vyhledávání určitých prvků v prostředí (výklenků, dveří, zábradlí apod.).

Foto: Veronika Růžičková



CHŮZE S PRŮVODCEM

Jedná se o přirozený pohyb, kdy vedený se drží průvodce zpravidla za paži v úrovni nad loktem a ten jej svým pohybem navádí na správnou trasu bez jakéhokoliv tlačení apod.

Foto: Veronika Růžičková



dlaní směřující od obličeje na šířku dlaně před obličejem. Tato poloha ruky chrání jak obličej, tak hlavu. Horní bezpečnostní držení ruky/paže se využívá také při vyhledávání předmětů, kdy v tomto případě je ruka umístěna před obličejem tak dlouho, dokud si jedinec nedřepne a při ohnutí nenarazí do ničeho před ním.

Dolní bezpečnostní držení se používá v případě, že se jedinec pohybuje bez hole, jinak tuto funkci zastává horní držadlo hole ve spolupráci s rukou. Dolní bezpečnostní držení spočívá v tom, že ruka je ohnuta v lokti a dlaň, která směřuje k tělu, chrání měkké části břicha. Opět je zde nutné, aby dlaň byla alespoň na šířku dlaně od trupu, jinak hrozí, že při nárazu si jedinec zraní jak ruku, tak také vlastní silou i břicho.

Kombinované držení je držení, kdy se v bezpečnostních pozicích nacházejí obě ruce.

Trailing

Jedná se o chůzi, při které je využíváno přirozených či uměle vytvořených **vodicích linií**, podél nichž se člověk pohybuje. Pohyb prostřednictvím trailingu je bezpečný jen v případě dodržení bezpečnostních opatření a většinou se používá ve známém prostředí nebo jako doplněk chůze s bílou holí v prostředí neznámém, ale při vyhledávání určitého jevu.

Trailing spočívá v tom, že ruka, která se nachází blíže vodící linii, je předsunuta mírně vpřed a prsty na ní jsou ohnuty směrem k tělu (většinou se používají pouze prostředníček a ukazováček, ale některé osoby využijí tří nebo čtyř prstů) a kloužou po podložce. Takovýto pohyb poté pomůže najít výklenky či nábytek/zeď ve výši pasu, ale již neupozorní na nerovnosti terénu nebo překážky ve výši hlavy či pasu, a je proto vhodné doplnit jej o horní bezpečnostní postoj, echolokaci či chůzi s holí.

Chůze s vidícím průvodcem

Vidící průvodce je jednou z pomůček či prostředků, jak bezpečně nalézt žádaný cíl a zároveň si dovolit „luxus“ neznat přesně trasu, po které se jedinec pohybuje. Chůze s průvodcem představuje oblast, kterou musí osoba s těžkým zrakovým postižením bezpečně ovládat jak na teoretické, tak praktické úrovni proto, aby mohla samotného průvodce zaškolit a pohyb po trase byl bezpečný a komfortní pro obě strany.

Při chůzi s průvodcem je třeba myslet v prvé řadě na fakt, že **průvodce je od slova „provádět“**, a ne „tlačit“ či „táhnout“. První pravidlo, které se musí osoba s těžkým zrakovým postižením, případně i profesionální průvodce naučit, tedy je, že průvodce jde vždycky první a vedený se jej drží (za loket, rámě, nad loktem, za dlaň nebo rameno) a jde mírně v zákrytu za průvodcem. Při nácviu průvodcovství je potřeba myslet na to, že průvodce upozorňuje na nerovnosti terénu – jak na rozbitý terén, tak také na schody nebo schůdky nahoru či dolů, na výčnělky, na sklon dráhy či podloží, po kterém se jedinec pohybuje.

Další **specifické oblasti nácviku** se týkají nástupu a cesty dopravními prostředky, ukázání na židli, předmět či kliku, návštěvy restauračních zařízení, popřípadě návštěvy toalety.

Kromě výše vymezených prvků je potřeba, aby osoba s těžkým zrakovým postižením rozvíjela „přirozené pohybově orientační schopnosti“, díky nimž se pak pohyb po nacvičené trase stane bezpečným a do jisté míry i jednodušším.

Udržení stability

Při nemožnosti kontrolovat své okolí prostřednictvím zraku dochází často k **narušení stability**, která může být kompenzována jak širším postojem jedince, tak dalšími kompenzačními mechanismy, například předklonem (toho je potřeba se vyvarovat) či mírným snížením těžiště těla, tréninkem apod.

Chůze po schodech

Chůze po schodech souvisí se stabilitou a obavou z prostoru. Pokud je nutné, může se jedinec ze začátku přidržet zábradlí, ale to ne vždy začíná a končí se schodištěm, a proto je vhodné, když se již od začátku osoba spoléhá pouze na pomalejší tempo, **kontrolu každého kroku** a střídání nohou.

Daná pravidla samozřejmě platí pouze ve chvíli, kdy jedinec nemá problém se stabilitou následkem narušení vestibulárního ústrojí či kožních analyzátorů, případně pokud nemá jedinec problém s motorikou obecně.

Chůze v přímém směru

Chůze v přímém směru je vyžadována především proto, aby jedinec mohl zdolávat místa, která jsou bez vodicích linií, například křižovatky. Přímý směr je nutné natrénovat **pečlivým procvičováním**, neboť jedinci mají přirozený sklon ke stáčení k jedné straně.

U malých dětí se procvičuje chůze v přímém směru prostřednictvím vymezení trasy podél zdi, poté podél měkké vodicí linie v pase, pak ve výši kolen a v neposlední řadě při chůzi za zvukem. U osob dospělých probíhá snaha o nácvik chůze v přímém směru podobným způsobem, ale měkké polštáře jsou nahrazeny například gumou či zábradlím.

Odhad vzdáleností

Odhad vzdáleností je pro každého jedince obtížnou záležitostí a záleží na zkušenostech. V každém případě je vhodné se vyhnout „krokování“, které lze nahradit postupnými kroky – od malých vzdáleností v mikroprostoru přes krátké v makroprostoru až po delší vzdálenosti. Ze začátku je potřeba si s jedincem projít trasu,

CHŮZE PO SCHODECH

Chůze se nacvičuje ve směru nahoru a dolů, a to jak s průvodcem, samostatně s oporou zábradlí i s použitím správné techniky chůze s bílou holí.

Foto: Archiv ÚSS, Veronika Růžičková



POTŘEBA ODHADU VZDÁLENOSTÍ

Odhadnout vzdálenost části nebo celé trasy je jedním ze základů úspěšného nácviku.

Foto: Viktor Čáp



řící mu, jak dlouhá trasa je plánována, a pak po něm chtít tyto informace zopakovat (u malých dětí se říká „dojdi z tohoto místa tam, kam jsi šel se mnou“, u dospělých lze navázat na zkušenosti se vzdálenostmi a mírami, tudíž je možné použít jiný slovník). Při nácviku vzdáleností není důležité, aby člověk dokázal přesně odhadnout 37 metrů, ale měl představu o tom, co je jeden metr, pět metrů, 50 metrů nebo 200 metrů).

Odhad sklonu dráhy a zakřivení dráhy

Během pohybu na trase je nejen vhodné, ale také potřebné, aby jedinec pro představu o své lokaci vnímal sklon dráhy, zda stoupá či klesá. Totéž platí ve chvíli, kdy se úsek stáčí doleva či doprava, tedy dráha či vodící linie se „zakřivuje“.

Wiener (2006) udává, že pokud je zakřivení větší než 9–12 metrů v průměru, je pro pohyb s holí, tedy pro instrumentální i aktivní hmat nohou, nerozpoznatelné jako zakřivení a jedinec ho považuje za chůzi v přímém směru.

Odhad úhlů

Při změnách směru během pohybu na trase, při obcházení překážek i při přecházení ulice je nutné, aby se dokázal jedinec pohybující se za pomoci bílé hole **otočit doleva i doprava** o 45°, 90°, případně o 180°. Dané se učí prostřednictvím kruhu, na kterém jsou naznačeny stupně. Jedinec se uprostřed něj otáčí a jeho učitel či instruktor instruuje a ukazuje, o kolik se přetočil či nedotočil, aby dané mohl zkorrigovat.

Tuto dovednost je potřeba, stejně jako všechny výše zmíněné, trénovat častým opakováním a korekcí ze strany pedagoga.

Echolokace

Echolokace je schopnost jedince odhadnout, **odkud k němu přichází zvuk**, o jakou překážku se jedná, ale také to, jak je daná překážka daleko. Echolokaci je možné nacvičit. Začíná se v klidném prostředí, bez jiných rušivých elementů, poté se přechází k rušnějšímu prostředí. Zvuk, který se od předmětů odráží, může produkovat jak poklepání bílé hole, tak také zvuk, který vydává sám jedinec se zrakovým postižením (pískání, tleskání, pomlaskávání apod.).

Kromě zmíněných prvků se musí dbát na to, aby se jedinec se zrakovým postižením pohyboval vzpřímeně a předešel tak možným důsledkům špatné chůze, jako jsou migrény či bolesti hlavy, a aby také věděl, po jakém terénu se pohybuje a jaké jsou na něm „zákonitosti“ pohybu chůze bez hole i s holí (jiná je chůze po chodníku, jiná po trávě, jiná po sněhu).

Postup nácviiku chůze s holí

Poté, co se člověk s těžkým zrakovým postižením naučí využívat zákonitostí chůze bez hole, je možné začít s **nácviikem chůze s holí**, která by v našich podmínkách měla dosahovat po spodní konec sternu, neboť pak při chůzi nepřekáží a ideálně kryje svého majitele. Jsou ale i jedinci, kteří mají hůl raději delší. O samotných holích pojednává jiná část této publikace. Důležité je, jak hůl vést a jakým terénem.

Při nácviiku chůze s holí se začíná jejím správným vedením a procvičením dvou základních technik chůze – kluznou a kyvadlovou technikou, která je při chůzi do schodů a ze schodů nahrazena diagonální technikou a při chůzi do schodů kombinována s tužkovým držením hole.

Základními metodickými prvky chůze s holí jsou:

- základní držení,
- základní postoj,
- kluzná technika chůze s holí,
- kyvadlová technika chůze s holí,
- tužkové držení,
- diagonální technika.

Nácviik chůze s holí je nutno provádět **postupnými kroky** od jednodušších úkonů k úkonům složitějším a obtížnějším, kdy rychlost přechodu od jednoho kroku k dalšímu závisí na výše zmíněných dovednostech, schopnostech a jedince s těžkým zrakovým postižením.

Jednotlivé fáze byly Wienerem (1998, 2006) v stále platné metodice nácviiku prostorové orientace a samostatného pohybu osob s těžkým zrakovým postižením rozděleny na tři na sebe postupně navazující etapy:

1. Základní etapa

V této etapě se trénují a procvičují s osobou se zrakovým postižením níže uvedené oblasti, přičemž cílem je zvládnutí držení hole a pohyb ruky s holí.

Základní postoj, ve kterém se dbá na rovný postoj zad, správnou polohu paže a hole. Paže musí být jak při postoji, tak při chůzi přitisknuta k tělu a pohybuje se pouze ruka v zápěstí. Samotná ruka je buď před středem těla, nebo volně vedle kyčle – záleží na úchopu hole.

Základní a tužkové držení. Samotné **základní držení** může být naučeno dvěma způsoby – v obou spočívá hůl v dlani, v prvním případě je hůl držena z boku těla, ve druhém případě spočívá dlaň shora na holi a ruka je ohnuta před středem těla. Obě techniky znamenají, že hůl je držena mezi palcem a prostředníčkem a ukazováčkem.

CHŮZE S HOLÍ

Nejefektivnější způsob držení hole je jasně dán a pomáhá nevidomému správně vnímat podněty z pohybu hole.

Foto: Viktor Čáp (2x)



ZÁKLADNÍ POSTOJ

Důležité je správně se naučit jednotlivé etapy pohybu. K těm patří i správný postoj.

Foto: Viktor Čáp



Tužkové držení se používá při chůzi do schodů či při držení hole při chůzi s průvodcem. Toto držení je stejné, jako když se píše tužkou, a používá se při zkracování hole. Během procvičování držení hole oběma způsoby se jedinec učí také plynulý přechod od základního držení k držení tužkovému a zpět proto, aby při pohybu na trase nutnost změny držení nezdržovalo svého majitele.

Kluzná technika spočívá v tom, že koncovka hole opisuje před jedincem mírný oblouk, při kterém celou dobu neopustí podložku. V rámci procvičování i samotné chůze je nutno dbát na šířku oblouku, která by měla být na šíři ramen. Tato technika se používá u začátečníků tam, kde to terén dovolí, a při prozkoumávání terénu kolem nenadálé překážky.

Kyvadlová technika znamená, že hůl opisuje ve vzduchu mírný oblouček do výšky 5–7 cm a hůl se dotýká podložky jen ve chvíli, kdy začíná a končí oblouček.

Diagonální technika se používá na vykrytí celé plochy těla, především při chůzi do schodů nebo ze schodů. Růžičková, Kroupová (2017, s. 41) udávají, že „*diagonální držení pomáhá při chůzi do schodů ,zkrátit' hůl tak, aby nám nezavazela při stoupání na schody, při jejím použití při chůzi ze schodů je účelem této techniky umístit hůl tak, aby byla v co nejpříjemnější poloze pro zjištění dalšího schodu a zároveň nám nenarušovala stabilitu. Diagonální držení umožňuje vykrytí prostoru celého těla – hůl je nakloněna diagonálně z jedné strany těla na druhou, tzn. od pravého ramene (u leváků levého) směřuje k levému kolenu (u leváků k pravému kolenu), při chůzi ze schodů pak směřuje od pravého boku přes levý kotník až na schod pod ním.*“

Ovládní hole je potřeba **procvičovat od začátku na obě ruce**, a to v prostoru s dostatkem místa bez překážek. Při procvičování i následné první etapě se dbá na to, aby jedinec dodržoval rytmus chůze s holí, který spočívá v jednoduchém pravidle – jeden krok znamená pouze jeden oblouček holí.

2. Procvičovací etapa

Druhá etapa probíhá v **klidném prostředí** s vyloučením dopravy, a tím i výrazného nebezpečí úrazu následkem střetu s dopravním prostředkem. Tato etapa má za cíl odstranění psychických zábran při pohybu na trase, uvolnění jedince a v neposlední řadě zvládnutí jednoduchých tras bez překážek za neustálého přímého kontaktu s instruktorem.

Chůze po jednoduché trase podle zadání. Procvičují se trasy s rovnou pevnou vodicí linií a poté jednoduchá trasa, jejíž vodicí linie vedou do oblouku, až po zatáčky s úhlem 90° a více. Všechny tyto krátké (úvodní trasy) musí být bez překážek.

Nejprve by trasy měly mít pevnou vodicí linii, která bude dobře rozlišitelná a nahmatatelná, poté může rozdíl mezi trasou, po které se jde, a okolím, které slouží jako rozhraní vodicí linie, být méně zřetelný.

Chůze po jednoduché trase s překážkami, kdy se trénují také orientační a ochranné funkce hole (například chůze podél stěn domů).

Složitější trasy podle zadání se změnami sklonu terénu

Samostatná chůze do schodů a ze schodů. Chůze po schodech nahoru i dolů jako součást trasy.

Překonání prostoru bez orientačních bodů (přímá chůze) jako součást trasy (například krátké náměstí, přechod pro chodce a další).

Při této etapě se jedinec učí nejen užívat vodicích linií, ale také si od nich udržovat náležitý odstup, aby nenarazil do nějaké překážky, která by byla holí nenahmatatelná (například poštovní schránka na stěně domu, otevřené okno apod.). Při chůzi podél vodicí linie je potřeba, aby se prodloužil oblouček na stranu, kde je vodicí linie, a poté se oblouček vrátil i na druhou stranu tak, aby chránil obě strany těla jedince.

3. Rozvíjení a kvalitativní prohlubování

Základním cílem této etapy je zvládnutí a zvládnání typických situací při pohybu na trase a trénování následujících etap a tras.

Jednoduchá trasa (podle zadání) – kolem bloku domů – obousměrně, bez překážek, následně i s překážkami.

Složitější trasy s přecházením ulic

Hledání určeného cíle na kratší a delší trase. Zde je potřeba, aby se jedinec naučil rozpoznat, jak cíl vypadá, co na něj upozorní a také to, co je za cílem, kdyby jej náhodou přešel.

Při zvládnutí všech tří vyjmenovaných etap je dalším cílem instruktora již jen **nácvik nových tras** a postupné upevňování těchto tras podle potřeby jedince s těžkým zrakovým postižením. Během nácviku trasy dochází k postupnému uvolňování kontaktu osoby nevidomé s instruktorem (či obráceně) – na počátku nácviku trasy jde instruktor přímo za osobou nevidomou, aby viděl každý její pohyb i případné překážky v pohybu, kontakt se postupně uvolňuje tím, že se prodlužuje vzdálenost mezi oběma aktéry, až po závěrečnou fázi, kdy je osoba nevidomá na dosah zakřičení od instruktora (ten jde například na druhé straně ulice).

Výběr trasy

Před samotným výběrem trasy je potřeba, aby si ji instruktor sám prošel, vytipoval nejbezpečnější (ne nejkratší) průběh trasy do cíle, který si vymezil jedinec se zrakovým postižením. Před samotným výběrem trasy je vhodné zjistit, kterou trasu zná osoba, jež se ji bude učit, aby bylo možné navázat na zkušenosti a znalosti vyučo-

POUŽÍVÁNÍ MHD

Důležitou schopností pro samostatnost jedince se zrakovým postižením je používání veřejné dopravy. I to je součástí tréninku.

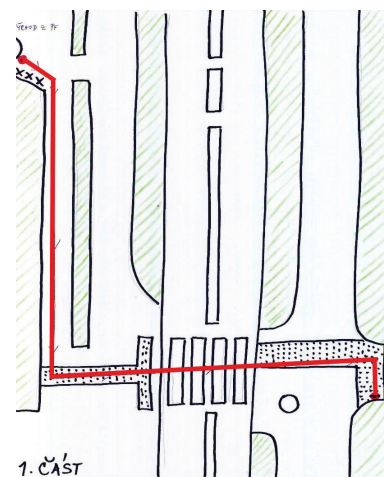
Foto: Viktor Čáp



ROZPLÁNOVÁNÍ TRASY

Vidící instruktor by si měl trasu správně naplánovat, identifikovat všechna možná rizika a správně na ně osobu se zrakovým postižením upozornit.

Zdroj: Archiv ÚSS



PŘEKÁŽKY

Před každým nácvikem musí instruktor trasu zkontrolovat, jestli se na ní nenacházejí nové nebezpečné překážky.

Foto: Viktor Čáp



vaného. Při procházení trasy jsou brány v úvahu znalosti, zkušenosti a přání jedince, stejně jako již zmíněná **bezpečnost a také budoucí užitelnost trasy** pro jedince – tedy to, aby se na naučenou trasu dalo navázat, aby ona navazovala na již známé, aby na ní byly další důležité prvky apod.

Při výběru trasy a jejím popisu poté pracujeme jak s určením přibližné vzdálenosti jednotlivých úseků i celé délky (je potřeba myslet na to, že při nácvičku se čas může násobit i třikrát – podle schopností a dovedností jedince), tak také s popisem sklonu a zakřivení dráhy v jednotlivých jejích částech, orientačními znaky a body, s názvy ulic, terénem/povrchem, který je pod nohama i holí, či s echolokací, která na trase pomáhá.

Klíčové kroky instruktora prostorové orientace a samostatného pohybu, které by měl absolvovat před nácvičkou s klientem, shrnují Wiener (1986, 1998, 2006), Růžičková (2013), Halášová, Kamenická, Múdra (2005) in Růžičková, Kroupová (2017) následovně:

*„**Projít si trasu předem**, a to se všemi variantami, které dá na výběr jedinci se zrakovým postižením. Trasa musí být vždy bezpečná, ne nejrychlejší. Velkou výhodou je explorace trasy na online mapách, které umožňují i různé druhy zobrazení.*

*Vytipovat si **optimální průběh trasy**, tak aby byla bezpečná, najít si na ní orientační body a poté zakreslit plánec (či textově podrobně popsat průběh trasy).*

*Do **plánku** (či popisu) je potřeba uvést: délku trasy v metrech, orientační znaky a body, horizontální (směr) a vertikální (klesání či stoupání) členění, popis cíle, popřípadě popis orientačních bodů či orientačních znaků, které OZP upozorní, že cíl minula, terén, po kterém OZP jde, názvy ulic, ze kterých směrů jezdí auta, kde se bude přecházet apod. Trasu je nutné rozdělit na relativně ohraničené etapy (podle zkušeností a schopností OZP).*

*Jednotlivé etapy na trase je nutné **nacvičovat postupně**. K nácvičku další etapy trasy se přechází až po dokonalém zvládnutí předchozí. Jednotlivé etapy jsou však současně postupně spojovány do jednoho celku.*

*Před každou lekcí je potřeba zkontrolovat trasu, zda na ní nejsou **nenadále nebezpečné překážky** (nově postavené lešení, výkopové práce apod.).*

*Vytvořit **časový odhad** chůze po trase.“*

Nutnost správného výběru trasy a jejího precizního poznání před každým nácvičkou trasy je jednou z podmínek správného průběhu nácvičku nové etapy či trasy celé. Kromě toho je důležitá rovněž osobnost instruktora i jeho žáka, pomůcky a prostředky usnadňující přehlednost trasy či pohyb na ní a v neposlední řadě také vnější faktory, které se již ovlivnit nedají. Co se však dá ovlivnit, je možnost využít všeho, co nácviček i pohyb na trase samotné usnadní.

Faktory usnadňující nácvik trasy

Samotný nácvik trasy usnadňují následující pomůcky, jevy a stavy:

Znalosti a zkušenosti jedince

Jednou z okolností, která může ovlivnit či výrazně ovlivňuje nácvik trasy, je její **znalost**, a to jak poznatelná zrakem, tak i hmatem s průvodcem. Zkušenosti jedince s pohybem na různých trasách pak samozřejmě ovlivňují rychlost jejich nácviku, zvládnání podobných překážek apod.

Pomůcky pomáhající překonat bariéry

Základními pomůckami usnadňujícími pohyb na trase jsou ty, které jsou uvedeny v jiné části této publikace – tedy vodící linie, signální pásy, akustické a digitální hlasové majáčky, zvukové signalizace, inteligentní zastávky, EZOP panely, popisky v Braillově písmu apod.

Rozčlenění na vhodné úseky a jejich návaznost a opakování

Ve chvíli, kdy instruktor pozná jak trasu, tak především osobu, kterou bude danou trasu učit, musí ji podle obtížnosti a také podle zkušeností a schopností svého žáka rozčlenit na delší či kratší úseky tak, aby byla dobře zvládnutelná, jednotlivé etapy na sebe navazovaly a jedinec jejich složitosti a zálužnosti zvládl.

Hlasové namluvení trasy na diktafon či mobilní záznamník

Nejen pro nácvik trasy, ale i pro její opakování slouží již delší dobu osobám s těžkým zrakovým postižením hlasové namluvení trasy. V současnosti se takové trasy namlouvají do mobilního telefonu, který má jedinec vždy při sobě, a může se tak i při ztrátě orientace na trase k složitějším úsekům vrátit.

Představení trasy a její zopakování prostřednictvím hmatových plánek a map

Při seznámení s trasou, její délkou, případně vzdálenostmi jednotlivých orientačních bodů od sebe pomáhá grafické znázornění trasy – pro osoby s těžkým zrakovým postižením je grafické znázornění převedeno do hmatové podoby prostřednictvím jednoduchých náčrtů nebo hmatových plánek, případně použitím sofistikovanějších moderních 3D map.

Výběr trasy, její správné naplánování, rozčlenění a poté především zprostředkování a naučení je základem pro to, aby se jedinec na dané trase pohyboval bezpečně vzhledem k sobě i svému okolí.

Během nácviku prostorové orientace osob s těžkým zrakovým postižením ovlivňuje úspěšnost nácviku mnoho faktorů, jedním z nich je správný a včasný nácvik, dal-

ZVUKOVÁ SIGNALIZACE

Většina lidí zná zvukovou signalizaci na přechodech pro chodce, ale zcela běžně je možné se s touto pomůckou pro osoby s těžkým zrakovým postižením (digitální hlasový majáček) setkat na nádražích nebo i v některých částech měst.

Foto: Viktor Čáp



POUŽÍVÁNÍ TYFLOMAP

Uživatelé je potřeba nejprve s mapou seznámit. Schopnost pochopit prezentované informace v mapě významně závisí na předchozích zkušenostech se čtením hmatových map.

Foto: Viktor Čáp



šími pak správné metody nácvičku, postupy a techniky přizpůsobené individualitě každého jedince a v neposlední řadě správný výběr a popis trasy, schopnost si trasu zapamatovat, mít o ní dobrou představu a později si ji umět vybavit (z paměti, za pomoci nahrávky či mapy, plánu).

Nácvik samostatného pohybu s využitím tyflomap

Tyflomapy, reliéfní mapy, taktilní mapy, plány a modely představují možnost, jak člověku s těžkým zrakovým postižením **přiblížit okolí**, ukázat mu vztahy v něm panující, orientační body či důležité nebo zajímavé úseky. Tyflomapy jsou tedy jednou z možností, jak **představy o prostoru** člověku nejen přiblížit, ale rovněž pomoci mu si je upevnit a zpětně vybavit. Aby byla práce s mapou hodnotná a přinesla úspěch, je potřeba brát ohled na následující okolnosti: představivost, paměť a zkušenosti jedince, jeho věk, schopnost a úroveň motoriky a hmatového čítí.

Pro **práci s mapou** je velmi důležité, aby jedinec, který s ní pracuje, již měl určité zkušenosti jak s prostorem, tak i s plánkem či nákresem, dokázal své představy o prostoru uchopit a na začátku přenést prostřednictvím druhé osoby do mapy a obráceně. Takovéto zkušenosti ještě nemá dítě, které se teprve učí vyhmatávat a poznávat různé druhy materiálů, jejich výšku a linie s nimi spojené. V případě, že je narušena motorika či hmatové čítí, dochází k dalším komplikacím, které ztěžují práci s grafickým znázorněním.

Postup při práci s mapou

Parametry tyflografiky charakterizované v 80. a 90. letech 20. století byly platné velmi dlouho, avšak modernizace přístupů, především přístup k finančně relativně nenáročnému a zároveň kvalitnímu 3D tisku, je změnila. Co se však nezměnilo, jsou postupy, pomocí nichž má jedinec s těžkým zrakovým vnímáním rozlišit, co se na objektu před ním nachází. Průběh hmatového vnímání lze pak rozdělit do tří základních fází:

1. Osoba s těžkým zrakovým postižením nebo osoba nevidomá zběžnými pohyby rukou zjišťuje polohu, přibližný tvar a velikost předmětu.
2. Osoba s těžkým zrakovým postižením se soustředí na detaily, podrobně je zkoumá a analyzuje.
3. Osoba s těžkým zrakovým postižením znovu ohmatává celý předmět, vytváří si přesnější představu o jeho celkovém tvaru a o vzájemných vztazích detailů (Červenka, 1999).

Červenka (1999) a Jesenský (1988) nejen specifikovali postup při hmatovém vnímání objektu, ale vymezili rovněž postup, jak si **prohlížet složitější hmatové kresby**, mapy, plány či nákresy: systematickým způsobem si vytvořit základní představu o velikosti, přibližném tvaru a dominantních prvcích hmatové kresby, seznámit se postupně s jednotlivými detaily kresby (značky, popis atd.), postupovat systematicky od jednodušších prvků ke složitějším a zpětně zasadit jednotlivé prvky kresby do vzájemné souvislosti.

Předpokladem **úspěšného používání hmatové grafiky** je zajištění dostatku času na prozkoumávání kresby, dodání dostatečného množství informací o dané kresbě či lokalitě a v neposlední řadě dodání informací týkajících se specifík daného vyobrazení (například použití neobvyklých značek, čar, zobrazení apod.).

Při práci s mapou je možné pracovat s mapami jak moderními, tak klasickými, jež využívají technologie, které v současných podmínkách dlouhodobým užíváním zdomácněly. V praxi se lze setkat nejčastěji s mapami vytištěnými na durofólii a plány vytištěnými na vzpěňovacím papíře.

Informační zdroje

BALUNOVÁ, K., HEŘMÁNKOVÁ, D., LUDÍKOVÁ, L. *Kapitoly z rané výchovy dítěte se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001. ISBN 80-244-0381-1.

ČERVENKA, P. *Mapy a orientační plány pro zrakově postižené: Metody tvorby a způsoby využití*. Praha: Aula ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy, 1999.

EDELSBERGER, L. a kol. *Defektologický slovník*. Jinočany: H&H, 2000.

FINKOVÁ, D., RŮŽIČKOVÁ, V., STEJSKALOVÁ, K. *Edukační proces u osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. [CD-ROM]. ISBN 978-80-244-2745-4.

FINKOVÁ, D., REGEC, V., RŮŽIČKOVÁ, V., STEJSKALOVÁ, K. *Speciální pedagogika se zaměřením na možnosti rozvoje a podpory osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012.

HAMADOVÁ, P. Specifika výuky zrakově postižených. In VÍTKOVÁ, M. *Integrativní speciální pedagogika*. Brno: Paido, 2004.

JESENSKÝ, J. *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988.

JESENSKÝ, J. *Poznávací význam tyflografiky*. Praha: Univerzita Karlova, 1970.

KEBLOVÁ, A. *Hmat u zrakově postižených*. Praha: Septima, 1999.

KVĚTOŇOVÁ-ŠVECOVÁ, L. *Oftalmopedie*. Brno: Paido, 2000.

LITVAK, A. G. *Nástin psychologie nevidomých a slabozrakých*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Knižnice speciální pedagogiky, 1979.

LUDÍKOVÁ, L. *Tyflopedie předškolního věku*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004. ISBN 80-244-0955-0.

RŮŽIČKOVÁ, V., STEJSKALOVÁ, K., LUDÍKOVÁ, L., FINKOVÁ, D., VOŽENÍLEK, V., KOZÁKOVÁ, M., ŠTÁVOVÁ, Z. Orientation and mobility of persons with visual impairment in the Czech Republic within the context of an evolving Europe. In *ICEVI Conference report*. ICEVI, 2009: Dublin, 2009.

RŮŽIČKOVÁ, V. Prostorová orientace a samostatný pohyb zrakově postižených. In FINKOVÁ, D., LUDÍKOVÁ, L., RŮŽIČKOVÁ, V. *Speciální pedagogika osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, s. 115–128. ISBN 978-80-244-18575.

RŮŽIČKOVÁ, V. Samostatný pohyb a prostorová orientace. In kol. autorů *Vzdělávací materiály pro účastníky programů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-86768-53-3.

RŮŽIČKOVÁ, V., KROUPOVÁ, K. *Pohled na samostatný pohyb a prostorovou orientaci osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5273-9. DOI: 10.5507/pdf.17.24452739

WIENER, P. *Prostorová orientace a samostatný pohyb zrakově postižených*. Praha: Avicenum, 1986.

WIENER, P. *Prostorová orientace zrakově postižených*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 1998.

WIENER, P. *Prostorová orientace zrakově postižených*. Praha: Institut rehabilitace zrakově postižených UK FHS, 2006. ISBN 80-2396-775-4.

WILLIAM, R., WIENER, P., WELSH, L. R., BLASCH, B. B. *Foundation of orientation and Mobility*. New York: AFB Press, 2010. ISBN 978-0-89128-448-2.

WILLIAM, R., WIENER, P., WELSH, L. R., BLASCH, B. B. *Foundation of orientation and Mobility*, 3rd edition, Volume 2: Instructional Strategies and Practical Applications. New York: AFB Press, 2010. ISBN 978-0-89128-448-2.



BEZPEČNOST POHYBU

Jednou ze zásadních oblastí nácviku samostatného pohybu osob s těžkým zrakovým postižením je zajištění jejich bezpečnosti. V prvních fázích nácviku jsou proto vybírány oblasti klidné a bez dopravy. Až v pozdějších fázích je možné jít do složitějšího prostředí, například na chodník u silnice nebo parkoviště.

Foto: Viktor Čáp

OBRAZEM

Jednou z oblastí nejmarkantněji zasažených zrakovým postižením je prostorová orientace. Na její realizaci se podílí řada kompenzačních mechanismů, zejména hmat, sluch a kognitivní procesy. Její kontinuální rozvoj napříč věkovým spektrem je možné podpořit kromě jiného zakomponováním práce s tyflomapami různého typu, které umožní další **rozvoj a rozšíření zejména prostorové představivosti**. Mezi klíčové aspekty patří nácvik prvků prostorové orientace, techniky chůze s holí, rozvoj haptizace a využití reliéfních informací v rámci orientace v prostředí.

CHŮZE S HOLÍ

Samostatnost při pohybu v prostoru je pro řadu osob s těžkým zrakovým postižením velmi důležitá, a proto je kladen velký důraz na nácvik pohybu s holí, která pomáhá identifikovat to, co tyto osoby nevidí.

Foto: Viktor Čáp (2x)



PROSTOROVÁ ORIENTACE

KOMUNIKACE

Komunikace, respektive jakýkoliv prostor, kde se mohou vyskytovat auta, kola a jiné dopravní prostředky, jsou automaticky brány jako riziková zóna. Pro přecházení jsou jasně vymezena místa s úpravou obrubníku.

Foto: Viktor Čáp



VODICÍ PES

Vodicí psi jsou speciálně vycvičeni, aby pomáhali osobám s těžkým zrakovým postižením. Pomáhají v běžném životě, především právě při pohybu. Na základě jasných pokynů pomáhá vodící pes svému nevidomému pánovi bezpečně se pohybovat na nacvičené trase.

Foto: Viktor Čáp



Uživatel je **hlavním determinantem** jakéhokoliv kartografického díla. Bez potenciálního uživatele mapy by nemělo smysl jakékoliv dílo vytvářet. V rámci rozpracování kartografického projektu, do kterého patří cíl mapy, její účel, technické možnosti zpracování, organizační zajištění, ekonomické aspekty a další, je proto potřeba věnovat velkou pozornost studiu cílové skupiny uživatelů.

Uživatelské testování je považováno za moderní přístup ve vědě, přestože jeho původ sahá daleko do historie v **mnoha různých odvětvích**. Uživatelsky se testují nejen současné počítačové hry, mobilní aplikace, různé softwary, ale uživatelské testování se uplatňuje i v úplně odlišných odvětvích průmyslu (potravinářský, oděvní, nábytkářský, strojírenský a mnoho dalších).

V **kartografii** jsou **uživatelské aspekty** předmětem dlouhodobého výzkumu. Tyto aspekty v sobě zahrnují poznatky z dalších vědních oborů – sociologie, psychologie, výtvarného umění a dalších oblastí lidské činnosti. Jedná se o aspekty, které jsou většinou hodnoceny na již existujících kartografických produktech, ale ještě důležitější je zabývat se jimi při organizaci a tvorbě kartografických děl nových. Uživatelské aspekty jsou významně **ovlivněny subjektivním hodnocením**, přesto existují metody zaměřené na objektivizaci výsledků, které tak mohou být částečně kvantifikovány a interpretovány pro další kartografickou tvorbu. Hodnocení různých uživatelských aspektů pak vychází z konceptu Map Use.

Koncepce **Map Use** je jedním ze současných trendů didakticko-kartografického výzkumu, reflektuje potřeby uživatelů mapových produktů s cílem zlepšit různé aspekty použitelnosti map. Mezi základní procesy patří čtení, analýza a interpretace map. **Čtení mapy** představuje proces, kdy uživatel vnímá a identifikuje obsah mapy z hlediska použitých vyjadřovacích prostředků (znaků). Při **analýze mapy** se uživatel snaží pochopit a popsat prostorovou strukturu a vztahy. **Interpretace mapy** pak představuje nástroj, jak zjistit, zda uživatel mapu pochopil. Jedná se totiž o vysvětlení prezentovaného tématu vlastními slovy, tedy vyjádření toho, jaké informace uživatel z mapy získal a jaký je jejich význam.

V oblasti **tyflokartografie** je práce s uživatelem ještě důležitější než kdekoli jinde, protože mapu zpravidla vytváří jedinec bez těžkého zrakového postižení, a o to hůře se může „vcítit“ a mít osobní zkušenost podobnou jako cílový uživatel mapy. Uživatelské hodnocení tyflokartografických produktů je navíc ztíženo tím, že každý uživatel má jinou formu nebo jiný stupeň zrakového postižení, a získané výsledky z uživatelských testování tudíž v podstatě **není možné vyhodnocovat statisticky**.

HMAT
Hmat je jeden z pěti základních lidských smyslů. Pomocí receptorů v kůži umožňuje získávat vjemy z bezprostředního okolí: o tlaku, bolesti, chladu, teplotě apod.

Výsledky z provedeného uživatelského testování musí být v závislosti na zvolené metodě jednotlivě posouzeny, tedy hodnoceny kvalitativně, a vyvozené závěry musí odpovídat zjištěným skutečnostem a nejistotě z hlediska zastoupení respondentů s různým druhem zrakového postižení v cílové skupině.

Teoretická východiska

Během práce na tyflomapách (včetně těch, které využívají technologii TouchIt3D) a při jejich testování docházelo nejen k nutnosti úpravy dlouhodobě platných parametrů pro tvorbu 3D map, ale z uživatelského hlediska se po několika prvních konzultacích s odborníky na tyflopeditii zjistilo, že před samotným testováním je potřeba naprostou většinu uživatelů seznámit s teoretickými základy práce s tyflomapou, případně s konkrétně testovaným typem tyflomap.

Hmat a vyhmatávání

Prvním důležitým předpokladem pro správné vyhmatávání je mít v pořádku motoriku horních končetin a poté zachovalý **hmat na úrovni předkládaného objektu** (při snížené citlivosti hmatového receptoru je nutné mít objekt výraznější). Hmat je kontaktní analyzátor, který podle Litvaka (1979) umožňuje jako jediný identifikovat kategorie, jako jsou tvrdost, váha, teplo, chlad; dále je hmatem možné rozlišit tvar, velikost, směr, vzdálenost, trojrozměrnost, klid a pohyb. Růžičková a Kroupová (2020) uvádějí, že v souvislosti s hmatovým čítím lze hovořit také o **stereognozii**, tedy schopnosti rozpoznat hmatem tvar předmětů při současném vyloučení zrakové percepce. Stereognozie umožňuje rozlišování povrchu, tvaru a velikosti objektů.

Hmat jako kontaktní analyzátor může zprostředkovávat velké množství informací, a to také podle toho, který z typů hmatání/hmatu je zvolen. Prvním typem je **hmat pasivní** s jehož pomocí jsou získány všeobecné informace o předmětu. Finková a kol. (2011) udávají, že „díky pasivnímu hmatu získáváme celou řadu fyzikálních, prostorových a časových souvislostí, ale celkový obraz objektu nevzniká“. Druhým typem je **hmat aktivní** (haptika), který je parciální a syntetický, neboť při běžné aktivitě kožního analyzátoru a s využitím znalostí a schopností jedince dochází k postupnému utváření představy o předmětu. Třetím typem je **hmat instrumentální**, kdy kožní čítí nahradí zprostředkování informací prostřednictvím nějakého dalšího nástroje/instrumentu (bílá hůl, hřebec, lžice, zubní kartáček apod.).

Samotné hmatání a nalezení důležitých či zásadních informací je však potřeba se také naučit. Jak učit hmatat či vyhmatávat důležité informace, závisí pouze na interních školeních v rámci raných péčí či v zařízeních poskytujících služby osobám se zrakovým postižením (SONS, Okamžik, Tyfloservis, Kafira atd.). Nácvič u malých dětí samozřejmě probíhá jinak než u osob později osleplých.

Postup rozcvičení hmatu a nácviku hmatání

Naučit se používat **hmat jako zdroj informací** není záležitostí okamžiku. U dětí se hmat jako jeden z kompenzačních mechanismů rozvíjí nejprve prostřednictvím hry a hraček, až se postupně přechází k záměrnému používání hmatu jako nástroje získu informací. U jedinců později osleplých či s pozdější ztrátou zraku v dětském nebo dospělém věku je potřeba na hmat jako kompenzační mechanismus brát výrazný ohled a záměrně jej zjemňovat a pracovat s ním.

Na **rozvoj hmatu a hmatového vnímání** lze využít jednoduchého třídění předmětů podle tvaru, materiálu i velikosti (s ohledem na věk i pohlaví jedince) a později získané dovednosti převést na práci s informacemi – prstem/prsty jet po linii/obrysech, dále využít čerchované čárkované či tečkované čáry apod. Jedinec, který má pracovat s 3D vyobrazením textu nebo tyflomapami, by měl mít své schopnosti v motorické i hmatové oblasti rozcvičené, aby se rozcvičením nemusel zabývat na úkor získávání nových informací. S uvedenými schopnostmi dále souvisejí techniky vyhmatávání objektu i jednotlivostí v celku.

Techniky hmatání

Červenka (1999) uvádí, že průběh hmatového vnímání vždy začíná zběžnými pohyby obou rukou, jejichž účelem je především zjištění polohy, tvaru i velikosti předmětu, a až poté následuje koncentrace pozornosti na detaily a jejich zkoumání. Následující fází vidí v analýze objektu a v opětovném ohmatávání celého předmětu, vytváření přesnější představy o jeho celkovém tvaru a vzájemných vztazích detailů.

Podle Růžičkové a kol. (2009) či Jesenského (1988) se nejčastěji používají čtyři techniky hmatového čtení: **orientovaný pohyb jedné ruky** (monomanuální hmatání) či obou rukou (zde záleží na velikosti vnímaného objektu) s roztaženými prsty – umožňuje najít daný předmět a určit jeho hranice, **pohyb prstů po obrysech** – zjištění uspořádání detailů a jejich umístění, **paralelní pohyb dvou prstů** – odhad délky a směru čar, identifikace rovné a protínající se čáry, stanovení úhlu odklonu (využívá se především v matematice), **paralelní pohyb obou rukou** – rozšíření hmatové oblasti, rychlejší prohlížení ve větší velikosti.

S vyhmatáváním dále souvisí Wienerem (2006) charakterizovaný postup hmatového prohlížení: menší předměty je nutno ohmatávat shora dolů, větší zdola nahoru. Hmatový prostor je rozšiřován v kruzích/spirálách s neustále se zvětšujícím poloměrem. Uživatel by si měl vždy co nejrychleji udělat celkovou představu o rozměrech předmětu postupným ohmatáváním oběma rukama. Malé předměty je třeba prozkoumávat nadvakrát, nejprve pro získání celkového dojmu, následně se předmět obejme rukou a pohybem prstů se zjišťují další detaily.

SEZNÁMENÍ SE S MAPOU

V první fázi se uživatel musí s mapou seznámit samostatně, za použití vlastního způsobu hmatového čtení.

Foto: Alena Vondráková



Tyflomapy v praxi

Plány a mapy tvoří jednu ze **složitějších součástí tyflografiky**, neboť při jejich vnímání je pro správné pochopení potřeba nejen použití dobrého měřítka, vhodného materiálu, ale také znalosti zobrazovacích procesů a slovní doprovod při počátečním seznamování se s plánem či mapou.

V současnosti lze říci, že ačkoli jsou mapy a plány složitou součástí učebních i reedukačních plánů, zároveň představují **nezbytnou pomůcku** pro nácvik samostatného pohybu osob s těžkým zrakovým postižením. Uživatelské testování prokázalo, že pro mnohé osoby se zrakovým postižením se jedná o atraktivní zajímavost, kterou mají zájem prozkoumat blíže.

Plány a mapy se již nepoužívají jen jako součást modifikovaného učiva zeměpisu, ale jak bylo zmíněno, především jako součást nácviku samostatného pohybu a prostorové orientace. Hamadová (in Vítková, 2004) udává, že při interpretaci plánů a map způsobují osobám s těžkým zrakovým postižením (tedy nejen osobám nevidomým, ale především osobám slabozrakým) **obtíže** následující oblasti: názvy psané malým písmem, symboly, které jsou si podobné, psané malým písmem, nedostatečný nebo chybějící kontrast písma a barevné plochy, barevná pole značící území pro barvoslepé žáky. Tyto problémy jsou většinou způsobeny nedostatečnou velikostí mapy či plánu, případně jsou důsledkem zmatečného používání tyflokartografických znaků, nejednotnosti v užívání označení budov či ploch a především snahy přenést na mapu pro osobu se zrakovým postižením všechny informace, které by byly na „normální“ mapě.

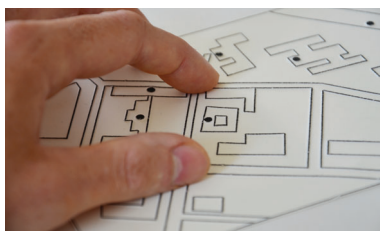
S ohledem na tvorbu plánů, map, dokonce i atlasů nebo tyflokartograficky zaměřených děl je potřeba se vrátit k Jesenskému (1988), jenž uvádí, že mapy a plány určené pro osoby nevidomé je nutno upravit z hlediska kvality i kvantity. Naproti tomu v mapách pro osoby slabozraké je nutno pracovat s výřezy či výraznější barevností než u map intaktních. V mapách pro zrakově postižené se nachází podstatně méně popisů. Většinou je použit systém zkratek nebo čitelných signatur (Jesenský, 1988).

Jesenský (1988) byl také první a na velmi dlouhou dobu jediný, kdo stanovil **parametry**, jak by měl reliéf plánů, map, ale také kreseb či nákresů a rysů vypadat, aby byl hmatově čitelný a rozlišitelný. Danou specifikaci poté upravil na základě zkušeností Červenka (1999). Vznikly specifikace, které setrvaly až do rozvoje tyflokartografie prostřednictvím moderního 3D tisku. Současný technologický pokrok posunul možnosti tvorby tyflografiky a tyflomapy do zcela nové dimenze, kde je možné využívat různých materiálů, tyflografických nástrojů a zařízení, ale také třeba propojitelnosti s dotykovými displeji smart zařízení. Tyto nové přístupy se do jisté míry nemusí řídit původními parametry tyflografiky podle Jesenského (1988).

MÍRA ZJEDNODUŠENÍ

V předchozích kapitolách byla popsána potřeba uplatňovat abstrakci na zvolené téma. Výsledné mapy musí být jednoduché.

Foto: Radek Barvíř



Uživatelské testování vzorníků

V první části realizace projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků* byla řešena oblast tyflografiky a tyflokartografické sémologie. Bylo proto vyrobeno několik **vzorníků** pro testování vhodnosti výškových rozdílů mezi vrstvami, tloušťky linií, velikosti bodových znaků, struktury linií, textury plošných mapových znaků apod. Za účelem větší názornosti pro osoby trpícími slabozrakostí a se zbytky zraku byly vzorníky vyvedeny ve dvoubarevném provedení odlišujícím červené mapové znaky od bílého podkladu (tj. velmi kontrastní).

Hlavním poznatkem z uživatelského testování bylo, že každý **respondent pracuje individuálně**, a to jak s tyflomapou, tak se vzorníkem. Každý respondent byl seznámen s tím, k čemu je testování prováděno, jaký má účel a že je hodnotná jakákoliv zpětná vazba včetně informací a komentářů, na které se asistent provádějící testování přímo nezeptá.

Získané výsledky byly poměrně kontroverzní. Testování probíhalo v první fázi na osmi respondentech a zjištěné **výsledky byly diametrálně odlišné**. Zatímco dva respondenti označili znaky v určité velikosti za „jednoznačně jednoduše rozlišitelné“, jiný respondent nebyl schopen znaky rozpoznat, respektive určit jejich půdorysný tvar. Stejně protichůdné výsledky vykazovalo i hodnocení mezer mezi jednotlivými blokovými areály, vzdáleností liniových znaků nebo kombinace více úrovní (tematických vrstev). Dokonce i vyjádření se k barevným kombinacím vhodným pro zvýšení kontrastnosti mezi vrstvami byla velmi rozdílná. Pro navazující práci a návrh tyflomap se proto přistoupilo ke kompromisu. V potaz se bral většinový názor respondentů s případnou úpravou parametrů směrem ke zlepšení vnímání u dalších respondentů. Pokud by ale tvorba map měla vycházet z „nejhorších“ možných výsledků testování, odporovalo by to současné světové tyflokartografické tvorbě a informační hodnota map by byla z důvodu vyšších parametrů extrémně nízká.

Tvorba a uživatelské testování velkoměřítkových plánů

Jednou z oblastí nejmarkantněji zasažených zrakovým postižením je **prostorová orientace**. Na její realizaci se podílí řada kompenzačních mechanismů, zejména hmat, sluch a kognitivní procesy. Její kontinuální rozvoj napříč věkovým spektrem je možné podpořit kromě jiného také zakomponováním práce s tyflomapami různého typu, které dále umožní rozvoj a rozšíření zejména prostorové představitivosti. Mezi klíčové aspekty přitom patří nácvik prvků prostorové orientace, techniky chůze s holí, rozvoj haptizace a využití reliéfních informací v rámci orientace v prostředí. Při realizaci projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků* se proto vytvářely především velkoměřítkové plány konkrétních lokalit.

TESTOVÁNÍ VZORNÍKŮ

Vzorníky byly vytvořeny jako samostatné série znaků s měnícími se parametry i jako ukázky map s aplikací daných parametrů znaků.

Foto: Jan Brus



MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK

Pro využití v sídlech poboček aplikačního garanta projektu byly vytvořeny plány okolí těchto pracovišť tak, aby uživatelé mohli ztotožnit okolní prostředí s mapou. U mapy na obrázku dole se mění parametry výšky tištěných vrstev.

Foto: Radek Barviř



První tyflomapy určené k uživatelskému testování byly vytvořeny pro tři vybrané lokality v Ostravě, Opavě a Novém Jičíně, kde působí aplikační partner projektu obecně prospěšná společnost Kafira.

Požadavkem bylo vytvoření **tyflomap velmi malých lokalit**. Běžně dostupné datové sady k realizaci takového měřítka nedostačují, byl proto zvolen způsob neautomatizovaného počítačového 3D modelování. Rozměr tyflomap byl upraven podle velikosti testovacích zařízení (tabletů) a podle možností 3D tiskárny. Zvolená velikost byla 208 × 130 mm. Měřítka mapy bylo vždy upraveno tak, aby byla celá zájmová oblast v tomto rozměru zobrazena co nejpodrobněji. Proces navrhování tyflomap vytvořených na základě terénního šetření a katastrálních map probíhal v programu SketchUp 8.

V souladu s navrženými didaktickými postupy, které by měly vést k lepšímu a efektivnějšímu chápání a učení ze strany cílové skupiny, byly v sérii prototypových map odlišeny vrstvy ulic (včetně parkovišť a dalších ploch běžně využívaných silniční dopravou), vrstvy chodníků (a jiných ploch určených pro chodce) a vrstvy bariér (budovy, vegetace, ostatní plochy). Vrstvy byly od sebe úrovně odlišeny výškovým rozdílem 1 mm, který se ukázal jako nejvhodnější na základě testování vzorníků zástupci cílové skupiny uživatelů. Tyto „vrstvé mapy“ tvoří **didaktickou sadu** k nácviku vnímání dílčích prostorových údajů. Následuje použití komplexní mapy.

V **první fázi** byly několika respondenty z Olomouce a z poboček Kafira testovány jen tyto mapy představující jednotlivé tematické vrstvy. Cílem byla **adaptace vzhledem k potřebám uživatelů** bez nutnosti pracovat se zcela novým konceptem audio-taktilních map. Výsledky uživatelského testování byly příznivé a došlo pouze k upravení barevnosti na schéma modro-žluto-červené kompozice. Podoba znaků jinak s individuálními výhradami většině respondentů vyhovovala.

Ihned po této fázi testování následovala se zapracováním drobných úprav fáze testování TouchIt3D tyflomap. U každé ze tří vybraných testovacích lokalit byly v mapě vymodelovány **interaktivní mapové znaky**. Mezi ty patří grafické měřítka udávající délku 50 m (výška 4,5 mm od podstavy, šířka linie 5 mm), přechody pro chodce (ve výšce odpovídající podkladové vrstvě chodníků a ulic, tj. s výškou 2 mm, případně 1 mm), počáteční a koncový bod přesunu (kruh o průměru 10 mm, výška 5,5 mm) a zastávky MHD (čtverec o délce strany 8 mm, výška 5,5 mm).

3D tisk tyflomap probíhal na **dvouextruderové tiskárně** Ultimaker 3. Jedna tryska byla vyhrazena pro vodivý materiál, druhá pro různé barvy nevodivého materiálu PLA. Tyflomapy byly vyrobeny z **kontrastních barev**, přičemž pro bariéry byly vytištěny červeně, chodníky byly vyvedeny žlutou a nejnižší vrstva komunikací modrou barvou. Všechny interaktivní mapové znaky byly vlivem typu použitého materiálu černé. Pro pozadí speciálních map zobrazujících jen jednu vybranou vrstvu (chodníky nebo bariéry) byla využita bílá barva.

Pro **uchycení tyflomapy k tabletu** byl navržen a na profesionální 3D tiskárně Stratasys F170 z materiálu ABS vyroben speciální rám. Při jeho návržení se kladl důraz na jeho jednoduchý design, efektivní výrobu bez nutnosti četných podpůrných struktur, snadné zacházení a pevné spojení všech tří komponent (rám, tablet a tyflomapa) do jednoho celku. Design rámu byl vytvořen opět v modelovacím počítačovém programu SketchUp 8. Částečná funkčnost modelu byla na vytvořeném prototypu otestována a parametry modelu upraveny tak, aby plně odpovídal stanoveným podmínkám. Problémem byla deformace otevřeného rámu při nasazení na tablet, která znemožňovala spolehlivé uchycení tyflomapy. Na základě zjištěných informací byl vytvořen druhý prototyp, již **splňující vytyčené cíle a požadavky**.

Všechny dílčí produkty byly konzultovány s představiteli aplikačního partnera, který zajišťuje služby pro cílovou skupinu a je tak velmi dobře obeznámen s jejich potřebami, s odborníky na řešenou problematiku i s vybranými zástupci cílové skupiny.

Na základě specifikace potřebné funkcionality byla vytvořena beta verze mobilní aplikace **TactileMapTalk** pro tablety s operačním systémem Android. Pro tuto testovací verzi aplikace byly následně odměřováním jednotlivých interaktivních znaků vytvořeny šablony obsahující rozložení ovládacích prvků všech tří zájmových oblastí (tyflomap). Tato aplikace byla následně využita pro uživatelské testování vytvořené sady tyflomap. Pro aplikaci lze definovat tlačítka pod patřičnými interaktivními znaky obsahujícími parametry o poloze, rozměrech a textu, který je následně aplikací převeden díky funkci TTS na mluvené slovo. Každá šablona určená pro jednu tyflomapu je pak doplněna volitelným názvem a identifikačními parametry. Šablony ve formátu JSON je možné do aplikace přidávat či mazat dle aktuálních potřeb uživatelského testování.

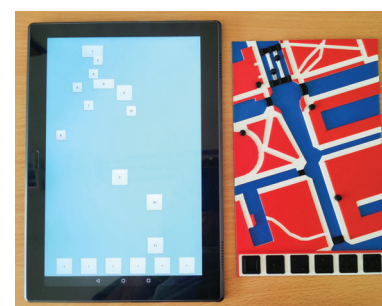
V **druhé fázi** testování, kterého se na straně osob provádějících výzkum postupně zúčastnila téměř celá skupina řešitelů (za Ústav speciálněpedagogických studií PdF UP dr. Růžičková, za Katedru geoinformatiky PFF UP dr. Brus, Mgr. Barvíř a dr. Vondráková), doktorandky z Ústavu speciálněpedagogických studií a za aplikačního garanta společnost Kafira pracovnice jednotlivých poboček. Vzhledem k tomu, že se jednalo o individuální konzultace a testování se zástupci cílové skupiny uživatelů, probíhalo testování v průběhu celého roku 2019.

Získané poznatky byly vyhodnoceny a následně zapracovány do návrhu finální podoby tyflomap. I přes zohlednění výsledků z první fáze testování bylo barevné schéma změněno na modro-bílo-červené, které vyhovovalo více respondentům. Testovány byly různé znaky i z hlediska provedení jejich vertikálního tvaru (špička, šikmá plocha, vodorovná plocha), dále správná vodivost (spustitelnost dotykových bodů), uživatelská vstřícnost a hodnocení uživatelských aspektů v rámci koncepce Map Use.

MOBILNÍ APLIKACE TactileMapTalk

Aplikaci je možné nainstalovat na jakémkoliv zařízení s operačním systémem Android. Velikost map by však měla být přizpůsobena velikosti displeje.

Foto: Radek Barvíř



UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ

Testování probíhalo s částí respondentů individuálně, s částí respondentů ve střediscích Kafira, ale také ve školách, například na Gymnáziu pro zrakově postižené v Praze.

Foto: Kateřina Bečicová



Výsledky testování zahrnovaly například vymezení nového nastavení parametru šířky chodníků na min. 5 mm pro správnou hmatatelnost a pochopení prezentované vrstvy, což se ukázalo jako zásadní, přestože v první fázi testování se k této záležitosti vyjádřila minorita respondentů. Vzhledem k postupnému testování pak byly testovány i návrhy finálního provedení s novým barevným schématem. Zde se potvrdilo, že provedené změny vedly k lepší práci respondentů s testovanými tyflomapami.

V průběhu testování se velmi osvědčilo **postupně seznámit uživatele s konceptem** mapy, s jednotlivými „vrstvovými mapami“ a až následně s TouchIt3D mapou, kde uživatel již věděl, které body budou dotykové a že má čekat přehrání audiostopy. Z výukového hlediska se osvědčilo více režimů pro jednu mapu, což byl koncept navržený v druhé polovině roku 2019. Plně byla tato funkcionalita implementována a testována v roce 2020. Z hlediska použití audio-taktilního obsahu tyflomap bylo na základě uživatelského testování upuštěno od plánu na více způsobů spouštění zvukové stopy (možnost poklikání, dlouhého podržení apod.). Jako vhodnější se ukázalo pouze jedno delší podržení jednotně pro celou mapu, což uživatelé jednoduše pochopili a jsou na to zvyklí ze způsobu ovládní mobilních zařízení. Z testování také jednoznačně vyplynulo, že nestačí drobný rozdíl v textuře ploch a s ohledem na technologii tisku není ani textura jednotlivých vrstev příliš žádoucí. Dále bylo zjištěno, že všechny vodivé části mapy musí být vyvýšené a ideálně s vlastními charakteristickými vlastnostmi (tvar tyfloznaku), jinak je uživatel na mapě nachází velmi neobratně a audiostopy se při prohlížení mapy hmatem spouštějí, aniž by uživatel chtěl.

V prvních dvou fázích probíhalo testování prostřednictvím dospělých osob, v poslední fázi se do testování zapojili také žáci základních a středních škol, pro které byly vytvořeny sady tyflomap pro výuku zeměpisu studentkou Kateřinou Bečicovou (podrobnosti v další kapitole).

Testování finální podoby tyflomap včetně doprovodných materiálů (k tvorbě tyflomap a k didaktickému postupu při jejich použití) bylo plánováno na první čtvrtletí roku 2020, s ohledem na celosvětovou pandemii onemocnění COVID-19 ale tato fáze protáhla až do července 2020, kdy byly testovány upravené mapy, výsledná podoba konfigurátoru a aplikace TactileMapTalk a v neposlední řadě také zmíněné sady tyflomap pro výuku na základních školách.

Význam uživatelského testování

Testování probíhalo jak v rámci spolupráce s aplikačním garantem organizací Kafira, která má své pobočky v Ostravě, Opavě, Frýdku-Místku a Novém Jičíně, tak také v organizacích SONS či v Centru podpory studentů se specifickými potřebami. Testování se zúčastnili zástupci obou pohlaví ve věku od 8 do 73 let se širokou škálou oftalmologických diagnóz (převažovali jedinci s věkem podmíněnou makulární degenerací sítnice, kataraktou, glaukomem a dále neurologicky podmíněnými zrakovými poru-

chami i geneticky danými vadami v pásmu od těžké slabozrakosti až po plnou nevidomost). Uživatelské testování výrazným způsobem napomohlo k tvorbě finálního návrhu TouchIt3D tyflomap a k jejich zdokonalení pro efektivní proces vzdělávání. Velkoměřítkové TouchIt3D mapy tak mají velký potenciál stát se běžnou pomůckou pro nácvik samostatného pohybu osob s těžkým zrakovým postižením.

Uživatelské testování je nejdůležitější metodou při ověření použitelnosti jakéhokoliv nově vytvořeného produktu. Pozorováním uživatelů a správným vyhodnocením získaných poznatků je možné zjistit chyby, které se při vývoji neodhalily. V oblasti tyflokartografie je přitom uživatelské testování nezbytnou součástí procesu vzniku mapového díla, protože zpravidla sami kartografové neznají dostatečně potřeby osob se zrakovým postižením a nemají praktickou zkušenost s jejich vzděláváním. Uživatelské testování proto bylo ve své první fázi využito pro správné nastavení parametrů tyflomap a pro pochopení potřeb cílové skupiny uživatelů ve vztahu k nově vytvářeným didaktickým pomůckám. V další fázi sloužilo uživatelské testování k ověření správnosti navrženého postupu tvorby a způsobu využití map. Byla získána řada poznatků, které se významným způsobem projeví na finálním návrhu TouchIt3D tyflomap. Současně byly získány poznatky od osob, které se na vzdělávání osob se zrakovým postižením podílejí, a tyto poznatky byly využity pro zkvalitnění výstupů.

Informační zdroje

ČERVENKA, P. *Mapy a orientační plány pro zrakově postižené: Metody tvorby a způsoby využití*. Praha: Aula ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy, 1999.

FINKOVÁ, D., RŮŽIČKOVÁ, V., STEJSKALOVÁ, K. *Edukační proces u osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. [CD-ROM]. ISBN 978-80-244-2745-4.

HAMADOVÁ, P. Specifika výuky zrakově postižených. In VÍTKOVÁ, M. *Integrativní speciální pedagogika*. Brno: Paido, 2004.

JESENSKÝ, J. *Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988.

LITVAK, A. G. *Nástin psychologie nevidomých a slabozrakých*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Knížnice speciální pedagogiky, 1979.

RŮŽIČKOVÁ, V., STEJSKALOVÁ, K., LUDÍKOVÁ, L., FINKOVÁ, D., VOŽENÍLEK, V., KOZÁKOVÁ, M., ŠTÁVOVÁ, Z. Orientation and mobility of persons with visual impairment in the Czech Republic within the context of an evolving Europe. In *ICEVI Conference report*. ICEVI 2009: Dublin, 2009.

WIENER, P. *Prostorová orientace zrakově postižených*. Praha: Institut rehabilitace zrakově postižených UK FHS, 2006. ISBN 80-2396-775-4.

DALŠÍ INFORMAČNÍ ZDROJE

Všechny získané poznatky byly zpracovány do konceptu tvorby tyflomap a tento je prezentován v podobě manuálu:

-- BARVÍŘ, R., LICZKA, T., VONDRÁKOVÁ, A.

Tvorba hmatových map TouchIt3D.

Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci,

2020. Didaktické aspekty využití TouchIt3D

tyflomap byly shrnuty v odborném materiálu:

-- VONDRÁKOVÁ, Alena, RŮŽIČKOVÁ, Veronika.

Práce s TouchIt3D tyflomapami. Olomouc:

Univerzita Palackého v Olomouci, 2020.

OBRAZEM

Uživatelské testování by mělo být součástí tvorby jakéhokoliv uživatelského produktu. Nejinak je tomu v kartografii. Především v posledních dvou desetiletích jsou přitom rozpracovány různé metody uživatelského testování a výzkum v této oblasti kráčí vpřed. U tyflomap je uživatelské testování ještě významnější než kdekoliv jinde. Uživatelé mají velmi individuální vlastnosti jak z hlediska svého zrakového postižení, tak z hlediska předchozích zkušeností s tyflomapami nebo s multimediálními zařízeními. Při realizaci projektu *Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků* byly vytvářeny především velkoměřítkové plány konkrétních lokalit, uživatelsky testovány přitom byly výsledky všech dílčích částí výzkumu.



TESTOVÁNÍ VZORNÍKŮ

Tvorbě map předcházelo testování vzorníků znaků s různými parametry (tvar, velikost plochy, výška).

Foto: Viktor Čáp, Jan Brus (3×)

UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ

TESTOVÁNÍ TYFLOMAP

Testování tyflomap probíhalo především v pobočkách organizace Kafira, která byla aplikačním garantem projektu.

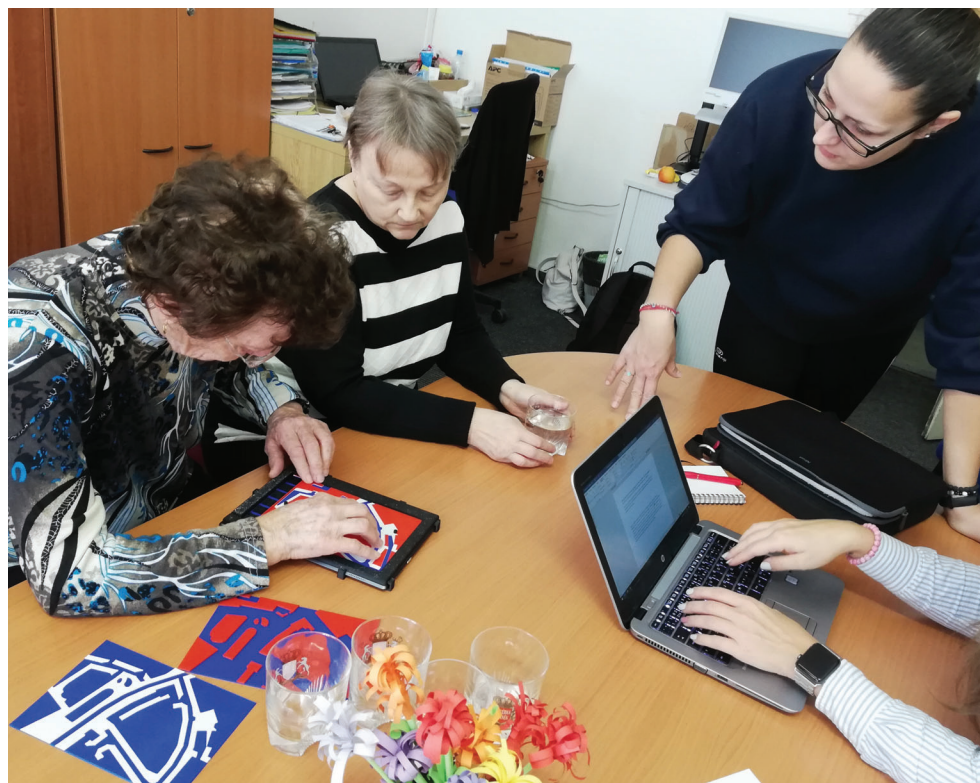
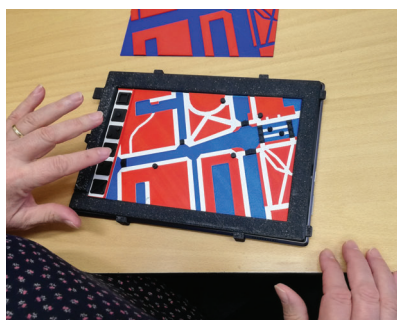
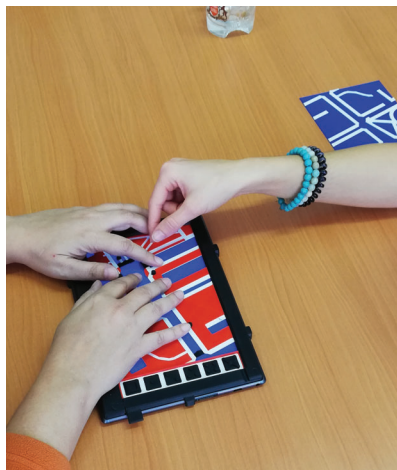
Foto: Veronika Růžičková (5x)



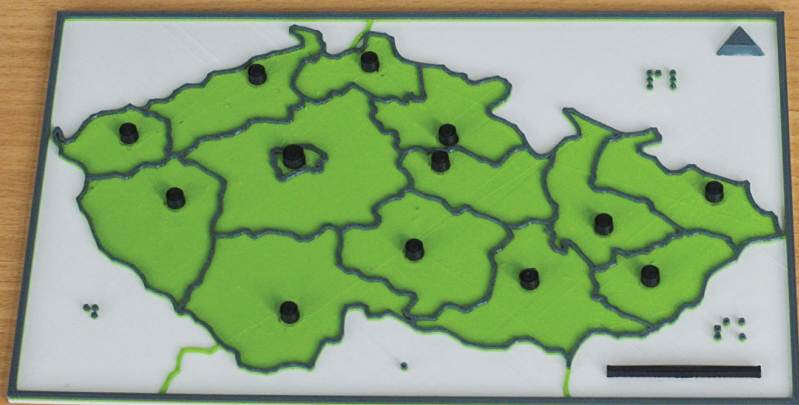
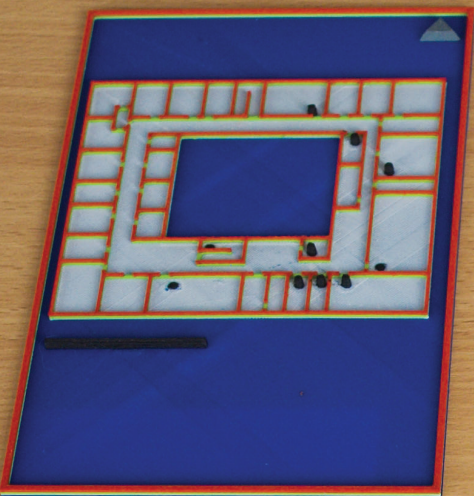
UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ

První fáze uživatelského testování probíhala v roce 2018, další fáze pak v průběhu roku 2019, testování finálních výsledků se uskutečnilo v roce 2020.

Foto: Veronika Růžičková, Jan Brus, Viktor Čáp







TYLOMAPY PRO VÝUKU ZEMĚPISU

13

Vytvořena byla i sada tyflomap pro výuku zeměpisu. Motivace pro vznik této sady vycházela z poznatku, že respondenti z uživatelského testování, kteří měli předchozí zkušenosti s tyflomapami různého typu, byli schopni TouchIt3D tyflomapy pochopit velmi rychle a efektivně s nimi pracovali mnohem dříve než respondenti bez těchto zkušeností. Je proto důležité, aby se pomůcky pro výuku zeměpisu dostaly i na školy speciálně zaměřené na žáky se zrakovým postižením. Více než kdekoliv jinde zde pak platilo, že tato moderní technologie je pro cílovou skupinu uživatelů atraktivní.

Sadu tyflomap pro výuku zeměpisu vytvořila studentka Katedry geoinformatiky PříF UP **Bc. Kateřina Bečicová**, která pod vedením dr. Aleny Vondrákové vypracovala bakalářskou práci na téma *Tvorba tyflomap pro výuku zeměpisu*. Využity přitom byly poznatky z realizace projektu. Kapitola prezentuje dosažené výsledky i postup zpracování, přičemž výsledky z bakalářské práce (Bečicová, 2020) jsou doplněny o další informace vycházející z vyhodnocení výsledků projektu.

Vzdělávání žáků s využitím tyflomap

Tvorba tyflomap pro výuku zeměpisu je zaměřena na žáky ve školách, kam podle Finkové a kol. (2007) patří jedinci od 7 do 18 let, což představuje období přípravy na budoucnost, v němž se klade důraz na získávání dovedností, rozvoj schopností a osvojení poznatků.

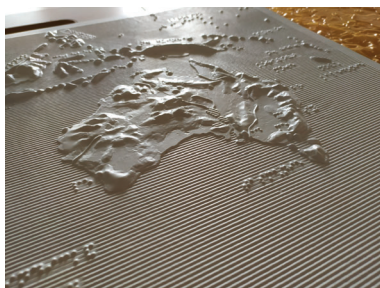
Vzdělávání žáků se zrakovým postižením probíhá podle školního vzdělávacího programu, který je zpracován individuálně každou školou na základě Rámcového vzdělávacího programu pro základního vzdělávání platného pro základní školy v České republice. Předmět zeměpis vychází z oblasti Člověk a příroda, navazuje na předměty vlastivěda a prvouka, je zaměřen na získání poznatků v oblasti přírodních, hospodářských a sociálních podmínek. Žáci se seznamují se životem lidí v blízkém území místní krajiny a regionu, na území České republiky, v Evropě a dalších světadílech. Osvojují si základní vědomosti o Zemi jako vesmírném tělese, učí se chápat význam přírodních podmínek pro existenci lidské společnosti.

Mezi témata, která jsou v zeměpisu v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání, podle Školního vzdělávacího programu Základní školy pro zrakově postižené v Praze patří: **planeta Země** (tvar, velikost a pohyby Země, střídání dne a noci, roční období, časová pásma); **krajinná sféra**, její části – litosféra, atmosféra, hydrosféra, pedosféra, biosféra; **kartografie a topografie**, zahrnující

NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ MAPY

Mezi nepoužívanější mapy patří jednoznačně termovakuové mapy a atlasy, které však kvůli svému stáří již často nejsou z hlediska obsahu aktuální.

Foto: Kateřina Bečicová



vysvětlení pojmů, jako je glóbus a mapa, symboly, kartografické znaky; **světadíly a oceány**; polární oblasti, Afrika, Amerika, Asii, Austrálie a Oceánie, Evropa; **Evropská unie** a jednotlivé regionální části Evropy; **Česká republika**, její poloha, státní hranice, postavení v Evropě, přírodní poměry ČR, obyvatelstvo, hospodářství ČR, regiony ČR; **společenský zeměpis**, rasy, jazyky, národy, struktura, náboženství, městská sídla; **hospodářský zeměpis**, přehled světového hospodářství, jednotlivé sektory a odvětví, hospodářské organizace ve světě; **politický zeměpis**, charakteristika států, ohniska neklidu ve světě, mezinárodní politické organizace. Objem učiva pro vzdělávání žáků se zrakovým postižením není nijak redukován v porovnání s běžnou výukou.

Tyflomapy ve výuce

Pedagogové v České republice používají k výuce zeměpisu nejčastěji **termovakuové reliéfní plastové fólie**, jejichž informační schopnost je omezená a v některých případech je reliéf natolik složitý, že nelze dojít ke správnému pochopení. Na mapách jsou popis a vysvětlivky v Braillově písmu a také přepis do latinky, který slouží osobám s menším postižením zraku, pedagogům, asistentům a dalším vidícím uživatelům. Mezi další pomůcky patří **plastový glóbus**, se kterým pracují například na Gymnáziu pro zrakově postižené v Praze.

Pedagogové se snaží využívat i pomůcky, které si sami připraví, jedná se například o vytištěné **haptické mapy** z Hapticke.Mapy.cz. Ty jsou skvělým zdrojem jednoduchých map v rozsahu celé České republiky a autoři si zaslouží velké uznání. Tento projekt je obrovským počinem především kvůli zpřístupnění map různých měřítek pro širokou skupinu uživatelů. Širokého využití tyto mapy dosahují tím, že tisk haptických map použitím PIAF fuzéru představuje v podstatě nejlevnější možný způsob tvorby tyflomap.

Dalšími tyflomapami ve výuce mohou být **mapy vyrobené „na míru“** z plsti, vrstveného papíru apod., ale nejedná se o koncepční řešení dostupné široké skupině uživatelů.

Se speciálními pedagogy byly diskutovány **didaktické postupy**, které se týkají práce s hmatovými mapami. Vyučovací proces může vypadat různě, jelikož se může lišit počet žáků a učitelů, učivo, prostor, ve kterém se vede hodina, a délka vyučovací hodiny (Malach, 2003). V případě výuky žáků se zrakovým postižením je velký rozdíl mezi individuálním a skupinovým vyučováním. Hromadné vyučování s použitím hmatových map přitom v podstatě neprobíhá.

V rámci **individuálního vyučování** je vhodné využití právě TouchIt3D technologie, kdy jeden žák pracuje pod dohledem a s vedením asistenta nebo pedagoga. Na základě konzultace s pedagogy však lze konstatovat, že nejsou vymezeny žádné speciální tyflopédagogické postupy pro výuku práce s hmatovou mapou.

Tvorba tyflomap

Po nastudování **školního vzdělávacího programu** (ŠVP) zeměpisu, všech jeho oddílů a témat proběhla analýza Školního atlasu světa (Kartografie Praha, 2019). Tento atlas je nejpoužívanější ve výuce zeměpisu v České republice. Obsahuje mnoho témat, která jsou prezentována v různých měřítkách.

Při výběru témat pro zpracování byla řešena otázka kompatibility s náplní zeměpisných předmětů, ale také **technologické hledisko**. Důležitým aspektem bylo, aby mapy byly pro žáky atraktivní z hlediska tématu i podoby tyflomapy. Hlavním určujícím kritériem tak bylo to, že tyflomapy byly vyráběny s ohledem na velikost tabletu kvůli využití metody TouchIt3D. Z těchto důvodů bylo množství témat vyřazeno, například fyzická mapa světa, pro kterou by byl potřeba větší velikostní rozsah, než je velikost tabletu, aby se daly zachytit důležité fyzickogeografické prvky.

Dále byla brána v potaz **schopnost uživatelů číst v mapě**. Na tyflomapách musí být informace zobrazeny přehledně a srozumitelně. Žáci s těžkým zrakovým postižením čtou tyflomapy převážně jen pomocí hmatání. Vizuelní vjem je okrajový, v některých případech pouze rozlišení světlé a tmavé barvy, kvůli čemuž jsou použity kontrastní barvy pro jednotlivé vrstvy tyflomap. Ve většině případů však vizuelní vjem úplně chybí. Pomocí hmatání lze rozlišit pouze prvky do určité úrovně detailu, což dále omezilo výběr.

Po zvážení všech aspektů byla vybrána **stěžejní témata** pro zeměpis na základní škole, která by měli ovládat všichni žáci, aby se dokázali i s postižením orientovat v prostoru a získali obecný přehled o planetě Zemi. Témata byla rozdělena do dvou základních sad.

Sada pro pochopení geoprostoru a měřítka je založena na práci s mapami různých měřítek, od velkých měřítek až po měřítka malá. Uživatelé mohou při používání této sady map porozumět prostoru kolem nich. Ten je z hlediska velikosti pro nevidomé žáky velmi obtížně pochopitelný. Sada proto představuje užitečný nástroj pro pedagogy, pro které je geoprostor velmi složité téma k vysvětlení a výuce.

Sada je složena ze **šesti map v různých měřítkách**. První mapa (správně plán) největšího měřítka zobrazuje orientační **plán budovy** (konkrétně Katedru geoinformatiky PřF UP). Slouží pro nácvik pohybu v budově. Interaktivní černé body označují důležité místnosti pro žáka (například laboratoř GIS, schodiště). Nejvyšším prvkem v mapě jsou interaktivní body, poté měřítko (linie), další vrstvou jsou stěny budovy. Místa průchodů a dveří jsou méně vystouplá než stěny a poslední vrstvou je podlaha. Linie měřítka označuje orientační vzdálenost 20 metrů. Není důležité, o jakou budovu se jedná, protože respondenti uživatelského testování jsou z různých míst, hlavním principem je pochopení rozsahu velikosti místností a uspořádání prostoru v budově.

POCHOPENÍ GEOPROSTORU

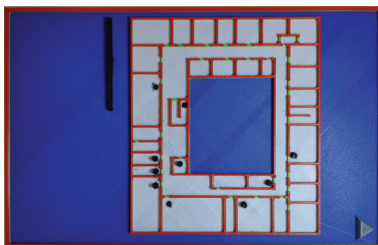
Sada pro pochopení velikosti prostoru vychází z konceptu, kdy na sebe mapy navazují.

Na první mapě je budova, na druhé mapě je tato budova v ulici, na třetí mapě tato lokalita ve městě, na další město ve státu, na další stát v Evropě a poslední úrovní je mapa světa, respektive teoreticky ještě schéma Sluneční soustavy. Porovnání velikostí vede k lepší představě o vývoji vzdáleností.

UKÁZKY JEDNOTLIVÝCH MAP

Ukázky kolorovaných map ze sady pro pochopení měřítka geoprostoru.

Foto: Radek Barviř



Druhá mapa obsahuje **plán kampusu** Envelopa v Olomouci. V mapě je zobrazena také budova z předchozí mapy a uživatel po prozkoumání druhé mapy může zjistit, jak vypadá prostor kolem budovy, a spojit si tyto dvě mapy v představě, protože spolu souvisejí. Opět nejde o problematiku vysoké školy, ale o srovnání měřítka budovy a ulice v kontextu okolního prostoru.

Mapa může sloužit k nácvičku cesty do školy a pohybu po kampusu. Body jsou umístěny v místech důležitých budov Univerzity Palackého v tomto kampusu. Označují Katedru geoinformatiky, Přírodovědeckou fakultu, Menzu 17. listopadu aj. Nejvyšší vrstvou je opět interaktivní vrstva bodů, dále měřítková linie, vrstva budov, vrstva zatravněných ploch, silnice a nejnižší vrstvou je řeka Morava. Měřítková linie znázorňuje orientační vzdálenost 100 metrů.

Na třetí mapě je vyobrazeno **celé město** Olomouc. Tato mapa obsahuje pouze jeden interaktivní bod, který vyznačuje kampus Envelopa z předchozí mapy. Bod je opět nejvyšším prvkem mapy, následuje měřítko, dále historické centrum Olomouce, celé území města Olomouc a nejnižší vrstva opět znázorňuje řeku Moravu. Měřítková linie v mapě představuje orientační vzdálenost pěti kilometrů.

Čtvrtou mapou je **mapa České republiky**. V mapě vystupují jednotlivé kraje České republiky s příslušnými krajskými městy, která znázorňují nejvyšší body (interaktivní). Opět je zřejmá návaznost na předchozí mapy, kdy se v mapě nachází bod příslušící městu Olomouc z mapy minulé. Nižší vrstvou je měřítková linie, jež zobrazuje orientační vzdálenost 100 kilometrů. Následují krajské hranice a na závěr celá Česká republika, která je nejnižší vrstvou mapy, ale je naopak výš než mapový podklad.

V pořadí pátou mapou v sadě je **mapa Evropy**. Celkem se v tyflomapě nachází šest interaktivních bodů zastupujících části Evropy (střední Evropa, západní Evropa, jižní Evropa atd.). Měřítková linie zde odpovídá 1 000 kilometrům.

Poslední, šestou tyflomapou a současně mapou nejmenšího měřítka je **mapa světa**. V mapě je sedm interaktivních bodů pro sedm kontinentů. Měřítková linie znázorňuje orientační vzdálenost 3 000 kilometrů. Další nejvystouplejší částí po interaktivních bodech a měřítku jsou jednotlivé kontinenty, pevnina. Samotná mapa (resp. mapové pole) je oddělena od podkladu, protože je vystouplejší.

Sada map pro pochopení geoprostoru a měřítka je doplněna o audio-taktilní obsah k učivu zeměpisu. Tyflomapy lze využít jak k pochopení rozlohy geoprostoru, tak k prezentaci dat s určitým tématem. Záleží jen na pedagogovi, jaká témata zvolí. Díky využití metody TouchIt3D lze mít pro jednu mapu nespočet témat. Například pro mapu světa je možné vytvořit zvukovou stopu s informacemi o přírodních podmínkách na jednotlivých kontinentech nebo pro mapu České republiky zvukovou stopu o průmyslové výrobě v jednotlivých krajích.

Další vytvořené mapy pojednávají o **zajímavých tématech**, která by v předchozích mapách nemohla být zobrazena. Mezi ně patří dvě mapy pro **území České republiky** a také **plán Sluneční soustavy**. Jedna mapa České republiky je reliéfní a zobrazuje vrcholy jednotlivých pohoří a na mapě druhé jsou zachyceny památky UNESCO.

Mapa památek UNESCO představuje jednoduchou mapu, na níž je červenou barvou vytištěno území České republiky, na kterém se nachází 14 památek UNESCO, proto je i na mapě 14 interaktivních bodů. Mezi tyto památky patří například historické centrum Prahy, zahrady a zámek v Kroměříži, historické centrum Kutné Hory, chrám sv. Barbory, katedrála Nanebevzetí Panny Marie v Sedlci. Měřítková linie dosahuje orientační délky 100 kilometrů.

Reliéfní mapa pohoří České republiky má stejné měřítko jako mapa předchozí. Tyflomapa se odlišuje od ostatních, protože nezobrazuje spojitý rovný povrch. Žáci si při používání této mapy mohou aspoň vzdáleně představit, jak reliéf vypadá. K tomu se dozvědí, kde leží jaký vrchol a do kterého pohoří spadá.

Poslední základní mapou k výuce zeměpisu je **schéma Sluneční soustavy**. Je to pouze přibližné vyjádření Sluneční soustavy, schéma nemá měřítko, protože vzdálenosti mezi planetami i velikosti planet byly upraveny. Bylo potřeba zvětšit nejmenší planety, aby mohly být dobře hmatatelné a tisknutelné. Slunce je zobrazeno jen částečně kvůli omezené velikosti plochy pro metodu TouchIt3D. Žáci mohou porovnat velikost planety Země s plynnými obry, mohou se dozvědět velikosti a složení planet z audiostopy.

Mapy byly vytvořeny jako TouchIt3D mapy s využitím aplikace TactileMapTalk a následně vytištěny pouze nízkonákladovým nevodivým 3D tiskem pro běžné použití bez tabletu. Byla také vytvořena alternativa těchto map pro tisk na PIAF fuzéru. Tím by si mohl například žák mapu aktivně vyzkoušet ve škole a fuzérový výtisk by mu zůstal pro opakování.

Uživatelské testování

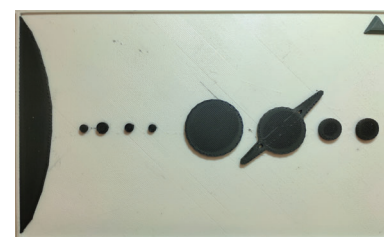
Při výběru vhodných adeptů k uživatelskému testování hrál důležitou roli především **věk respondentů**. Mapy byly určeny pro výuku zeměpisu, vhodnému adeptovi na uživatelské testování by tedy mělo být přibližně 6–20 let. Věkové rozpětí bylo dáno tím, jak staří žáci a studenti jsou vzděláváni na Základní škole pro zrakově postižené na náměstí Míru v Praze nebo na Gymnáziu pro zrakově postižené v Praze, kde mělo primárně probíhat testování.

Po vytištění všech map v sadě s vodivým materiálem mohlo začít uživatelské testování této sady. Původně bylo uživatelské testování naplánováno na přelom března a dubna. Tyto plány ovšem selhaly kvůli **pandemii onemocnění COVID-19** a celostátním opatřením zavedeným kvůli této nemoci. Testování mělo proběhnout na

VÍCE TÉMAT PRO JEDNU MAPU

Do stejné topologie map mohou být díky různým audiostopám nahrána různá témata nebo například různý rozsah doplňkových informací. Příkladem pro různá témata je mapa světa, kam lze umístit například informace o obyvatelstvu, informace o klimatu kontinentu apod. Příkladem pro různou úroveň podrobnosti je schéma Sluneční soustavy, kdy mladší žáci budou mít nastavenou jednodušší úroveň než žáci starší.

Foto: Radek Barvíř



UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ S DĚTMI

Testování výukových sad tyflomap se účastnili respondenti ve věku 6–26 let. Nejstarší respondent byl stále ještě studentem gymnázia, proto byl do testování přizván také.

Foto: Kateřina Bečicová



uvedených školách v Praze, školy ovšem byly zavřené a už se do konce školního roku 2019/2020 neotevřely. Proto se plánované testování nemohlo zrealizovat.

Na Gymnáziu pro zrakově postižené v Praze se podařilo díky vstřícnosti ředitelky a vyučující zeměpisu domluvit uživatelské testování alespoň se dvěma žáky. Na konci července se uskutečnilo testování také v pobočce organizace Kafira v Opavě. Podařilo se domluvit i individuální uživatelské testování nedaleko Zlína. Uživatelského testování se celkem zúčastnilo osm respondentů ve věku 6–26 let.

Každému z respondentů byly **mapy představeny** a následně proběhlo jednotlivé testování s každou mapou ze sady devíti map s vodivým materiálem. Respondentovi bylo řečeno, co mapa zobrazuje. Poté měl čas na samostatné prohlédnutí mapy a také na zjištění, jak technologie TouchIt3D funguje. U každé mapy byl uživatel dotázán na její technické provedení. Jestli je mapa dobře čitelná, jestli je rozdíl mezi vrstvou budov a vrstvou silnic na mapě části města dobře odlišitelný apod. Následně se pokračovalo s otázkami k příslušným mapám. Tyto otázky byly zaměřeny na pochopení prvků v mapě, práci s měřítkem a s informacemi, které se respondent dozvěděl po podržení vodivého tlačítka. Zdatnějším uživatelům byly pokládány doplňkové otázky týkající se souvislostí mezi mapami v sadě pro pochopení geoprostoru. Množství otázek a jejich náročnost se odvíjela od věku uživatele a také od jeho individuálních možností pro pochopení předložených map.

Po dokončení uživatelského testování byl vyvozen závěr, že **každý uživatel vnímá mapy jinak** a pro každého je jinak vysoký práh citlivosti na výšku vrstev. Pro většinu uživatelů byly mapy dobře hmatatelné a dokázali správně odlišovat vybrané prvky od jiných. Pro všechny nevidomé byla nejtěžší práce s měřítkem a odhadování vzdáleností v mapách. Mapy se dobře četly všem uživatelům, a proto byly zapracovány většinou jen obsahové připomínky k tyflomapám.

Důležitým faktorem ovlivňujícím náplň při tvorbě hmatových map je, pro koho jsou mapy určeny. Podle cílové věkové skupiny se volí **témata** a také **styl zobrazení** prvků. Pro starší, zkušenější uživatele v orientaci a čtení map je možné prvky v mapě znázornit složitěji. Naopak pro uživatele, kteří se pracovat s mapami teprve učí, je zapotřebí znázornit realitu co nejjednodušeji, ale zároveň přesně.

Pro tvorbu hmatových map je také velmi důležité promyslet ještě před tvorbou, co bude mapa zobrazovat. Podle toho se pak určí množství vrstev v mapě. Není dobré, když je v mapě příliš mnoho vrstev, protože uživatel pak nedokáže dobře určit, co každá z vrstev znázorňuje. V ideálním případě by mapa měla obsahovat tři až čtyři vrstvy. Uživatel musí být schopen dobře nahmatat výškové rozdíly. Ideální výškový rozdíl mezi vrstvami je 1 mm. Lze ovšem zvolit i rozdíl menší, a to až 0,5 mm. Větší rozdíl než 2 mm není potřeba, protože si uživatel potřebuje spojit všechny prvky do jednoho celkového obrazu. Větší výškový rozdíl by mohl vést k přílišnému rozdělení mapy a uživatel by ji nedokázal vnímat jako celek. Také potřeba tiskového mate-

riálu zbytečně narůstá, stejně jako čas pro tisk mapy. Tyto výsledky korespondují s výsledky hlavního uživatelského testování a obohacují je o zkušenosti mladších respondentů.

Informační zdroje

BEČICOVÁ, K. *Tvorba tyflomap pro výuku zeměpisu*. Olomouc, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.



UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ TYFLOMAP

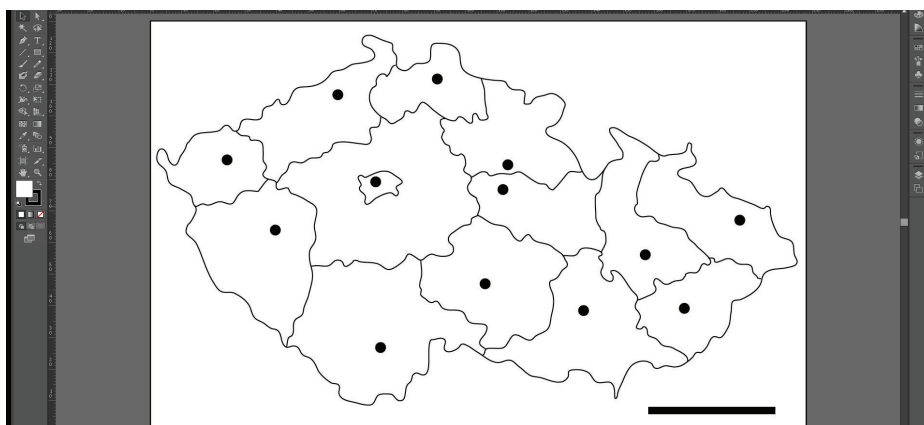
Důležitou součástí tvorby tyflomap pro výuku zeměpisu nebyl jen výběr vhodných témat, ale především testování vytvořených tyflomap.

Foto: Kateřina Bečicová

OBRAZEM

Tyflomapy se pro **výuku zeměpisu na školách** pro žáky se zrakovým postižením běžně používají. Nejčastější formou tyflomapy jsou termovakuové fólie s obrysy a s popisem Braillovým písmem. Existuje však i produkce speciálních tyflopeditických pomůcek, jako jsou překližkové puzzle mapy, reliéfní glóby apod.

Rozvoj moderních technologií samozřejmě provází i žáky s těžkým zrakovým postižením. Umožňuje jim čím dál tím větší **zapojení do většinové společnosti**. Jedním ze způsobů využití moderních technologií ve výuce zeměpisu je tvorba a použití tyflomapy využívající TouchIt3D technologii.



STÁVAJÍCÍ UČEBNÍ POMŮCKA GLÓBUS

Školy pro žáky se zrakovým postižením disponují řadou názorných pomůcek. Často se jedná o pomůcky, které mají popisy v anglickém jazyce, což však nebrání jejich využití při praktické výuce.

Foto: Kateřina Bečicová

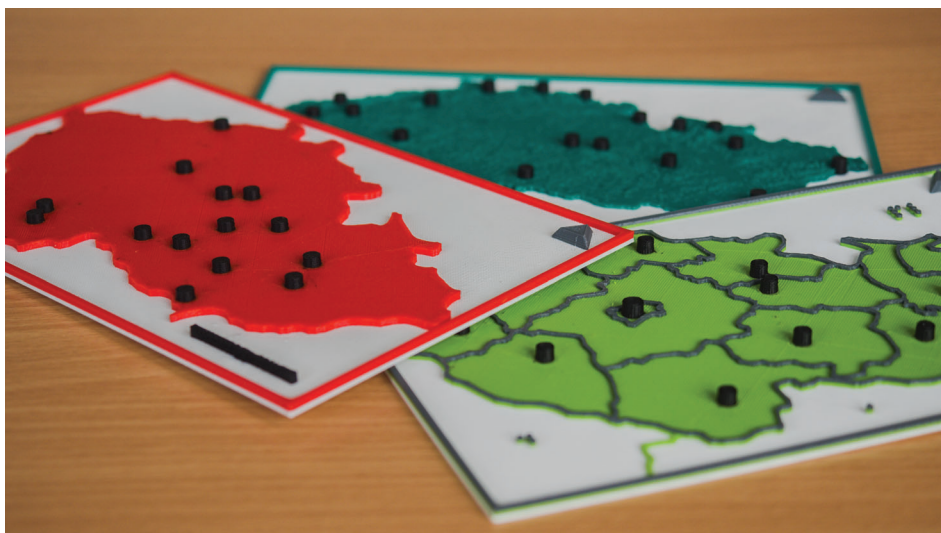


MODEL A TouchIt3D MAPA

Primární návrh tyflomapy v grafickém editoru a testování realizované TouchIt3D tyflomapy.

Foto: Kateřina Bečicová

TYFLOMAPY PRO VÝUKU ZEMĚPISU



KOLOROVANÉ MAPY PRO RŮZNÁ TÉMATA O ČESKÉ REPUBLICE

Byly vytvořeny tři mapy pro Českou republiku. Mapa reliéfu s vyznačením nejvýznamnějších pohoří, mapa památek UNESCO v České republice a mapa administrativního členění. Audionahrávky například u krajů ČR mohou obsahovat různá témata.

Foto: Kateřina Bečicová

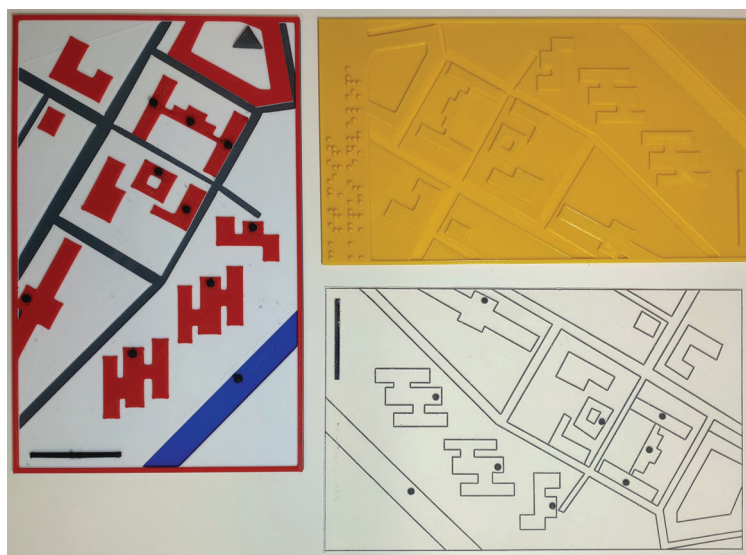
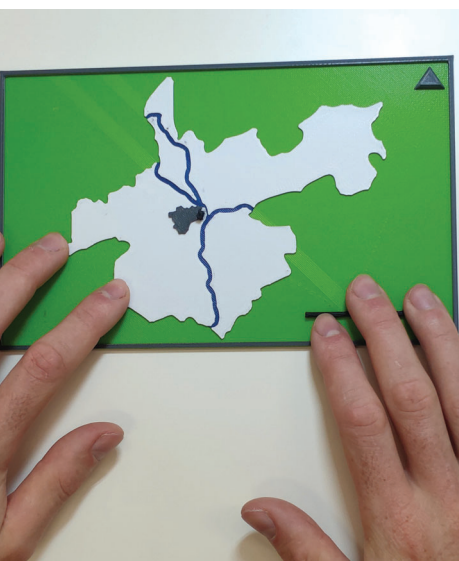




TESTOVÁNÍ NEBAREVNÝCH MAP

Při uživatelském testování byly testovány také mapy bez provedení barevného tisku. Tyto mapy jsou vhodné pro zcela nevidomé, ale vzhledem k minoritnímu zastoupení této skupiny mezi cílovými respondenty tato úspora nemá smysl.

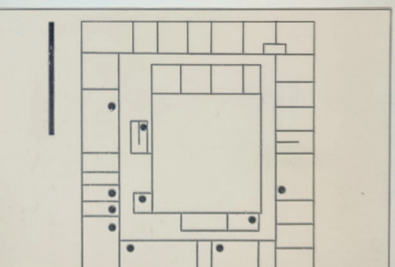
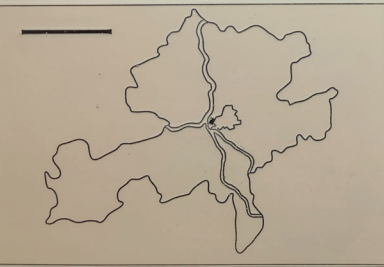
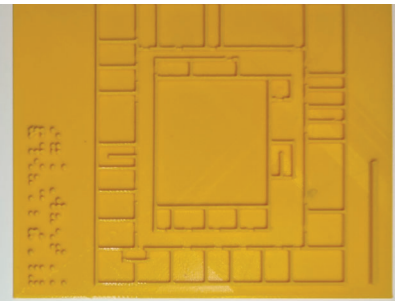
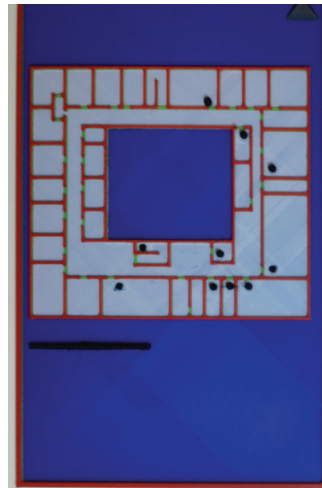
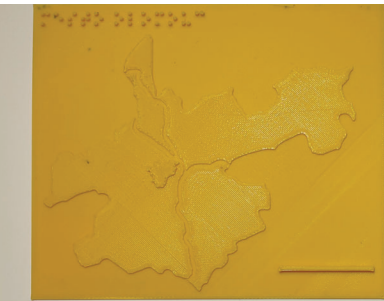
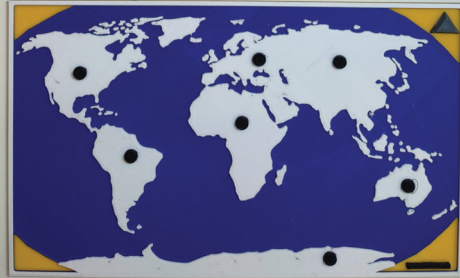
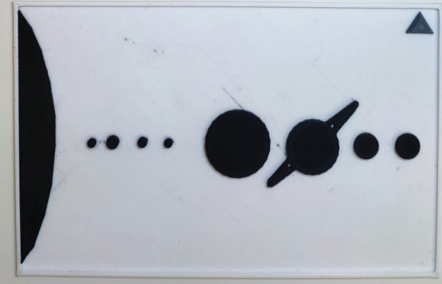
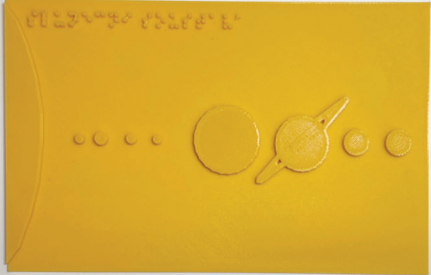
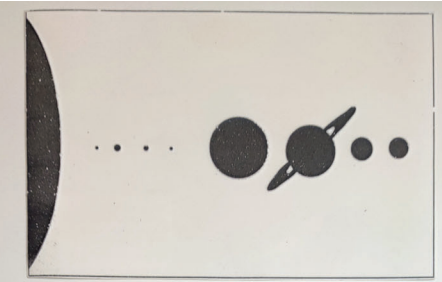
Foto: Kateřina Bečicová



TYFLOMAPA VE TŘECH PODOBÁCH

Tři podoby mapy jsou vytvořeny použitím různé technologie: tyflobama na vzpěňovacím papíře (tisk pomocí fuzéru), tyflobama tištěná jednou barvou (filamentem) a TouchIt3D tyflobama s barevnými vrstvami.

Foto: Radek Barvíř (7x)





Jak již bylo několikrát zmíněno, tato publikace vznikla v rámci realizace projektu **Rozvoj samostatného pohybu prostřednictvím taktilně-auditivních prostředků**, podpořeného Technologickou agenturou České republiky (reg. č. TL01000507).

Cílem projektu byla **adaptace osob se zrakovým postižením na moderní technologie** a zpřístupnění těchto technologií prostřednictvím nově navržených učebních pomůcek a didaktických postupů. Projekt se zaměřil na vývoj 3D hmatových map vytvořených moderními nástroji 3D tisku, vývoj softwarového nástroje umožňujícího propojení těchto map s tabletem a následný nácvik práce s 3D taktilně-auditivní mapou.

Cílem snažení organizací pomáhajících osobám se zrakovým postižením je umožnit jim **orientaci v prostoru**, což je významným aspektem integrace osob se zrakovým postižením ve společnosti. Výstupy projektu ukázaly, že efektivní cestou může být využití moderních tyflomap.

Navržený **postup tvorby tyflomap s využitím TouchIt3D technologie** je popsán tak, aby mapu mohl vytvořit kdokoli s dostatečným hardwarovým a softwarovým vybavením a s pokročilejší znalostí práce s grafickým editorem (například SketchUp).

Vytvořené didaktické sadě tyflomap pro nácvik samostatného pohybu osob s těžkým zrakovým postižením se dostalo **velké pozornosti odborníků ze zahraničí** na mezinárodních konferencích, dokonce tyto tyflomapy získaly **prestižní ocenění Mezinárodní kartografické asociace** v kategorii kartografických produktů pro vzdělávání, když na Mezinárodní kartografické výstavě v Tokiu získala tato didaktická sada 2. místo v hodnocení odbornou porotou. Vzhledem k tomu, že na prvním místě byla dlouho očekávaná učebnice kartografie, jejímiž autory jsou desítky nejvýznamnějších kartografů světa, nemohla didaktická sada dosáhnout lepšího ocenění.

Výsledky projektu a další informace jsou uveřejněny na webu hmatovemapu.upol.cz.

Děkujeme všem spolupracovníkům z řad univerzitních pracovníků i studentů, všem spolupracovníkům z řad odborníků v pobočkách aplikačního partnera projektu organizace Kafira a pedagogům na školách se speciálním zaměřením na žáky se zrakovým postižením, respondentům uživatelského testování a v neposlední řadě všem našim kolegům, kteří svými postřehy a názory přispěli k realizaci projektu.

Děkujeme také čtenářům této publikace, že se o téma tyflokartografie zajímají.

Autorský kolektiv



The information deficit, which arises as a result of loss or reduction of visual perception, significantly affects all components of everyday life of a person with visual impairment and significantly limits some of them. One of the most affected areas of the independent life of a person with visual impairment is independent spatial orientation. Support of the practice of spatial orientation and independent movement, its acquisition and fixation is a partial idea of the project Development of independent movement through tactile-audio means (TL01000507), supported by the Technology Agency of the Czech Republic, within which this monograph was created. The role of tactile perception as a mediator of the development and refinement of imagination, imagery and spatial relationships becomes emphasized in it, through maps and plans of a new generation with auditory elements created by the 3D printing method.

The team of authors, on a space of more than 180 pages, comprehensively deals with the topic of haptic maps designed for the needs of people with visual impairment, both on a theoretical basis (from production technologies, through elements used on maps, to specific characteristics of developed 3D audio-tactile maps and their application in spatial orientation of people with visual impairment) and empirically in the form of a presentation of the results of the development and testing of this innovative technology. This publication is divided into three sections, each of which reflects and elaborates in detail one of the partial elements of the issue (tactile maps and their modalities, multimedia solutions of tactile maps and relevant aspects of the issue of people with visual impairment). The rich visual accompaniment not only increases the attractiveness of the publication, but also helps to make the overall understanding, concretization and correlation of the presented knowledge.

Thanks to its method of elaboration, the presented publication can serve a wide range of readers from the professional public (special pedagogues, pedagogues of included pupils with visual impairment, students of special educational disciplines, spatial orientation instructors, social services workers for people with visual impairment, etc.), but also the interested general public.

Tactile maps, which are the main output of the project, use TouchIt3D technology, which combines 3D map printing with conductive material and smart devices. This concept of multimedia maps has been presented in a number of papers. Articles are available at Research Gate under the names of the authors of this publication.

TYFLOMAPY – TYFLOGRAFIKA – TYFLOKARTOGRAFIE
Percepce prostoru prostřednictvím audio-taktilních map

Editor

RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.

Autoři

RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.

Mgr. et Bc. Veronika Růžičková, Ph.D.

PhDr. Kateřina Kroupová, Ph.D.

Mgr. Radek Barvíř

RNDr. Jan Brus, Ph.D.

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

Autoři fotografií

**Viktor Čáp, Jakub Čermák, David Motlíček, Radek Barvíř, Jan Brus,
Kateřina Bečicová, Veronika Růžičková, Alena Vondráková**

Odpovědná redaktorka

Mgr. Háta Kreisinger Komňacká

Jazyková korektura

Mgr. Lucie Loutocká

Návrh obálky, grafický návrh a sazba publikace

RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.

Vydala Univerzita Palackého v Olomouci,

Křížkovského 8, 771 47 Olomouc

vydavatelstvi.upol.cz

Vytiskla Tiskárna Helbich, a. s., Valchařská 36, 614 00 Brno

1. vydání

Olomouc 2020

ISBN 978-80-244-5788-8