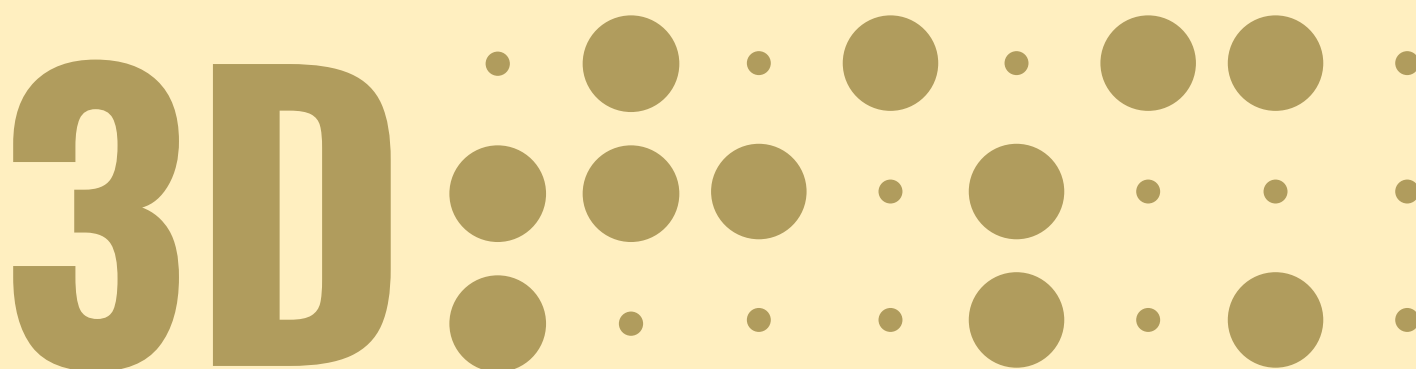


PŘÍRUČKA PRO
TISK VÍCEBAREVNÝCH 3D MODELŮ
PRO OSOBY SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM



příloha č. 1 bakalářské práce | autor: Martin ZÁBRANSKÝ
Katedra geoinformatiky, PřF, UPOL | 2026

OBSAH

OBSAH	1
PŘÍNOS PŘÍRUČKY	2
CO SI PŘIPRAVIT	3
MODELOVÁNÍ	4
TISK	7
TIPY K TVORBĚ MODELŮ	9
ÚVODEM K VOLBĚ BAREV	10
KDY VYUŽÍT JAKÉ BARVY	11
PŘÍKLADY SITUACÍ	17
UKÁZKOVÉ BAREVNÉ PALETY	18
ZÁVĚR	20
TIRÁŽ	21

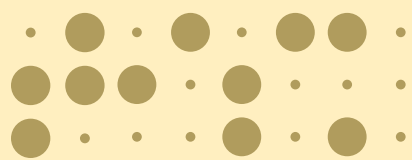
PŘÍNOS PŘÍRUČKY

Vymodelovat jednoduchý model a poté ho vytisknout není žádná složitá disciplína. Problém však nastává, pokud chcete modelovat, tyflografické modely, protože se s tím pojí i jisté potřeby a nároky na výsledné produkty.

Proto v rámci bakalářské práce vznikla tato příručka, která lehce přiblíží technickou práci při tvorbě modelů a podrobněji se zaměří na **volbu vhodných barev** a poradí, kdy volit barvy kontrastní a kdy je možné používat barvy připomínající realitu. Příručka je vhodná primárně pro začátečníky, kteří by se chtěli věnovat problematice 3D pro osoby se zrakovým postižením.

V příručce jsou také polopaticky popsány obecné postupy při 3D tisku, ty neslouží jako návod, ale pouze jako zjednodušené uvedení do problematiky.

Doporučení v této příručce byla vypracována na základě uživatelského testování.



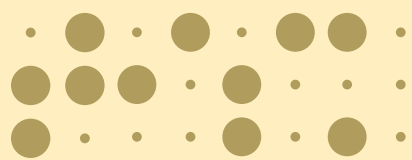
CO SI PŘIPRAVIT



3D tiskárnu, nejrozšířenější technologie 3D tisku je FDM, která tiskne z nataveného materiálu, tzv. filamentu. Bude potřeba taková, která umožňuje tisk s více filamenti najednou. Mezi takové se řadí například Bambu Lab X1C nebo Original Prusa XL. Každá tiskárna má různou velikost tiskové plochy, což ovlivní, jak velké modely budete moci najednou tisknout. Dále se dělí dle počtu tiskových hlav, které mohou tisknout současně různými filamenti. Některé zvládnou tisk jen třemi současně a jiné jich zvládnou pět a více.

Počítač bude potřeba k tvorbě modelů a následným předtiskovým přípravám. Není potřeba žádná velmi výkonná sestava, jen na slabších zařízeních mohou některé procesy trvat déle.

Filamenty bude stačit objednat až v situaci, kdy budete mít vše vymodelováno a hlavně už budete vědět, které barvy použít.



MODELOVÁNÍ

Data

Při tvorbě modelů pro nevidomé není třeba na centimetry přesná replikace modelovaného objektu, při troše zručnosti k tvorbě stačí volně dostupné fotky a případně ortofoto. Je však žádoucí **zachovávat poměry stran**, ty jsou důležité, jelikož by při změně měřítka mohly obzvlášť vyniknout nedostatky. Doporučuje se tedy je ověřovat například právě z ortofot či jinde dostupných zdrojů. Pokud modelujete například schéma bez přesně daných rozměrů, tak máte vyhráno.

Software

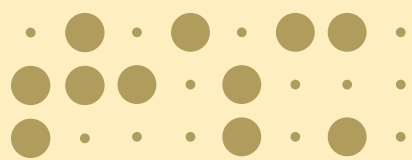
Na webu jsou volně dostupné nejrůznější verze modelovacího programu **SketchUp**, bezplatná verze má různá omezení, ta však lze obejít pomocí **stáhnutelných rozšíření**. Pokud nechcete zůstat jen u jednoduchých modelů, můžete vyzkoušet hojně rozšířený a volně dostupný **Blender**.



SketchUp



Blender



MODELOVÁNÍ A TISK

Formáty

Model vyexportujte v takovém formátu, který je kompatibilní s vaším slicerem (viz dále), mezi nejpoužívanější formáty se řadí **.obj**, **.stl** a **.3mf**. Pokud používáte některou z volně dostupných verzí SketchUp, budete si nejspíše muset dohledat rozšíření, které umožní export do požadovaného formátu.

Slicer

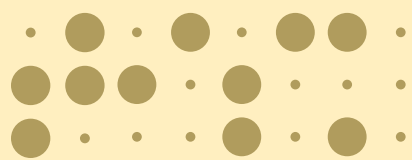
Je program, který mimo jiné model připraví pro 3D tisk (tzv. ho naslicuje). Nejjednodušší volbou je použít nativní slicer vaší tiskárny, což může přinést výhody a usnadnění práce. To však není nutností a můžete použít jakýkoliv slicer, který podporuje profil vaší tiskárny. Nejpoužívanějšími slicery jsou **UltiMaker Cura** a **PrusaSlicer**



Prusa Slicer



UltiMaker Cura



MODELOVÁNÍ A TISK

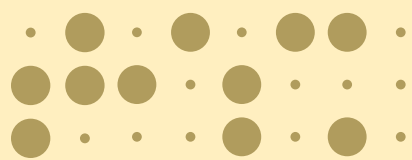
Obarvení modelu

Nejjednodušeji model obarvíte přímo **ve sliceru**, kde zvolíte, které části se budou tisknout kterým extruderem. Výsledné barvy poté záleží na zvoleném filamentu.

Export pro tisk

Po volbě barev si můžete ve sliceru nastavit další parametry tisku, jako je výška vrstvy, přidání podpěr nebo druh výplně. U modelů pro osoby se zrakovým postižením je vhodnější použít výplň typu **gyroid** nebo **3D plástev** a zároveň nastavit její hustotu minimálně na 15 %. To zajistí dostatečnou pevnost, ale pamatujte, že s vyšší hustotou výplně také roste spotřeba materiálu.

Pokud je vše podle vašich představ, můžete model naslicovat a vyexportovat **G-kód**. Ten si následně přečte tiskárna a podle něj vytvoří fyzický model.



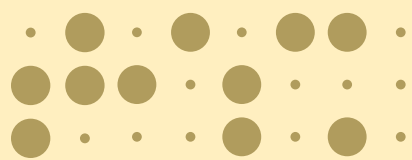
TISK

Filamenty

Tisknout lze z různých materiálů, tzv. filamentů, nejrozšířenější a velmi jednoduchý na použití je **PLA**, což je biologicky rozložitelný plast. Jako další vhodné materiály mohou být PET a PETG, které jsou odolnější než PLA, avšak finální výtisk může mít horší kvalitu povrchu.

Příprava G-kódu

Nyní je potřeba předat G-kód tiskárně, to lze udělat pomocí Wi-Fi, pokud to vaše tiskárna umožňuje. Další cestou je prosté zkopírování souboru s G-kódem na flashdisk (nebo SD kartu), který následně zasunete na určeném portu do tiskárny.



MODELOVÁNÍ A TISK

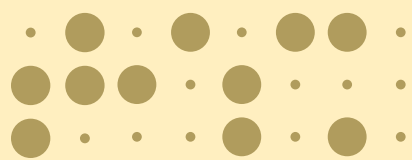
Příprava tiskárny na tisk

Nejjistější cestou je nastudovat si návod výrobce a dodržet všechny jeho pokyny pro správné nastavení tiskárny. Zde lze zmínit například to, ať máte čistou a správně usazenou podložku nebo správně zavedené filamenty. Dejte si pozor na správné pořadí barev, na to vás tiskárna neupozorní, protože to není chyba a neví, kterou barvou chcete co tisknout.

Když máte vše připraveno, stačí spustit tisk a čekat. Pokud vše proběhne hladce, tak za několik hodin máte hotový váš model.

Co dál?

Pokud vás úvod do 3D tisku neodradil a chcete tvořit modely, které můžou pomáhat, tak pokračujte do další části příručky, kde je popsáno, jak volit vhodné barvy.



TIPY K TVORBĚ MODELŮ



Databáze modelů – Pokud se necítíte na tvorbu modelů, můžete je zkusit najít v online knihovnách jako **Printables**, **Thingiverse** nebo **MakerWorld**.

Zásady modelů pro 3D tisk – Při tvorbě modelů dodržujte základní zásady pro 3D tisk. Klíčová je zejména tzv. vodotěsnost modelu (musí tvořit uzavřený tvar) a absence skrytých děr v geometrii. Pokud si tyto základy osvojíte a budete se jimi řídit, předejdete mnoha problémům při tisku.

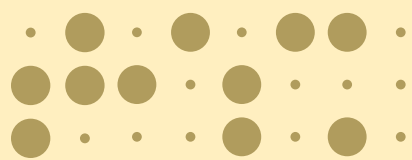
Myslete na bezpečnost – pozor na ostré hrany nebo nebezpečné špičky, které by mohly překážet nevidomým a vést například k poranění prstů.

Nebezpečí nehrozí pouze uživatelům, ale i samotným modelům, při používání se mohou odlamovat úzké části jako špičky nebo anténky. Když na to budete myslet a zohledníte to při modelování, nebude třeba úprava po vytisknutí.

ÚVODEM K VOLBĚ BAREV

Kontrastní barvy mohou osobám se zrakovým postižením výrazně pomoci s prací na nejrůznějších modelech, jsou však i takové situace, kdy by se dalo zvážit použití barev, které se přibližují realitě.

Je však nutné mít stále na paměti, že každý člověk má zcela individuální potřeby a preference, což u osob se zrakovým postižením platí dvojnásob. Vzhledem k tomu, že modely většinou nevznikají na míru konkrétnímu jednotlivci, ale spíše pro širší skupinu uživatelů s různými typy zrakových vad, samotné použití barev nemusí být univerzálně nápomocné.



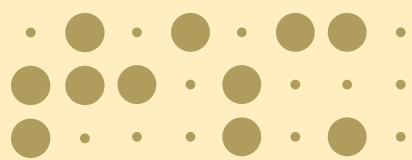
KDY VYUŽÍT JAKÉ BARVY

Seznámení se s místem

Pokud se uživatelé s místem nebo jevem znázorněným na modelu setkávají poprvé, je vhodné zvolit výrazně **kontrastní barvy**. Při úvodním seznamování s prostorem jim právě kontrast pomůže snáze odlišit jednotlivé prvky a lépe tak porozumět celému modelu.

Bližší poznání místa

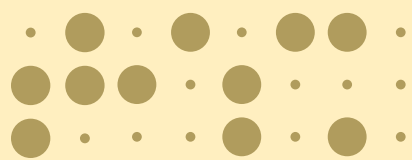
Naopak pokud již uživatelé dané místo znají, může se jednat například o budovu, kde se denně pohybují, nebo slavnou památku, kterou znají, tak se již nepotřebují seznamovat s topologií místa. V tomto případě může být tedy vhodné použít **barvy připomínající realitu**, aby se uživatelé mohli seznámit i s barevnými reáliemi daného místa. Někteří aktivnější jedinci dokonce můžou prahnout po poznání a ocenění reálné barvy i za cenu nižšího kontrastu.



Závažnost postižení

Osoby s těžší formou zrakového postižení preferují spíše **barvy kontrastní**, které jim můžou pomoci při orientaci rozlišit jednotlivé části modelu. Naopak barvy podobné reálným jim mohou v mnoha případech splývat a modely mohou mít stejnou informační hodnotu, jako by byly jednobarevné. Proto je vhodnější obarvovat **reálnými barvami** modely, které budou určeny pro osoby s méně závažným postižením.

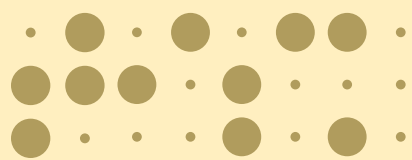
Je důležité myslet také na to, že každé zrakové postižení má svá specifika. Uživatelé mohou mít i různé vnímání světla a barev, a to i u „lehčích“ forem postižení. Není tedy vhodné potenciální uživatele modelů příliš generalizovat a, pokud je to možné, zaměřit se na jejich individuální potřeby. Pokud budou uživatelé ze skupiny s různými postiženími, bylo by vhodnější volit kontrastnější barvy, které dokáže rozeznat většina.



Způsob orientace

Osoby se zrakovým postižením jsou odkázány hlavně na orientaci pomocí hmatu, a čím závažnější je jejich postižení, tím více jsou závislé na použití hmatu při prohlížení modelů. Barvy jsou používány spíše k bližšímu ohledání modelu, kdy si uživatel model přiblíží k očím a za pomoci kombinace zraku a hmatu si ho podrobněji prohlíží. Dále záleží na zkušenostech uživatele, jak obecně s hmatáním, tak s prací s modely, kdy zkušenější uživatelé již vědí, jak s modely pracovat efektivně. A opět platí to, že specifika orientace závisí na individuálních potřebách spjatých s postižením každého uživatele.

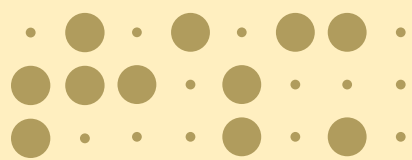
Způsob orientace bývá založen na podobném principu a jeho detaily se vždy liší dle daných specifik uživatele. Nelze tedy volit barvy podle způsobu orientace, ale podle jiných proměnných.



Velikost modelů

Na modelech menšího měřítka dochází často k velkému zmenšení některých jejich částí, které by byly hůře viditelné i v barvách kontrastních. Tomu je potřeba přizpůsobit i volbu barev. U modelů malého měřítka je vhodné volit **barvy kontrastní**, aby nedocházelo ke ztrátě informace. Pokud ale chcete model malého měřítka v **barvách připomínajících realitu**, tak je potřeba zgeneralizovat prvky, které by na výsledném modelu byly malé a zanikaly.

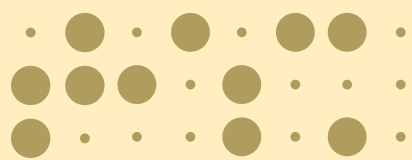
Generalizaci lze buďto provést tak, že prvky spojíte, nebo je vypustíte úplně (například udělat jedno velké okno nebo vypustit skupinku malých oken). Prvky, které by byly obtížně nalezitelné i pro osoby bez zrakové vady, nemají své místo ani na kontrastních modelech.



Preference uživatelů

Hlavně u uživatelů s méně poškozeným zrakem dochází k preferenci barev připomínajících realitu, s tím, že výrazné kontrastní barvy mohou vnímat jako zbytečně křiklavé až ošklivé. Avšak i tak uvádějí, že pro navigaci nebo pro lepší viditelnost detailů by volili modely s vhodně zvolenými kontrastními barvami. Jako příklad příliš křiklavých barev uváděli výraznou růžovou nebo fialovou.

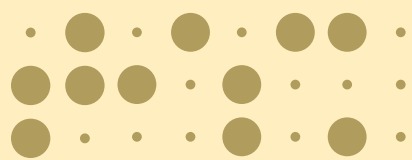
Co se týče rychlosti orientace, zde se názory uživatelů více rozcházejí. Někteří, spíše ti s lehčím postižením, preferují pro rychlou práci barvy reálné, naopak jiní preferují barvy kontrastní. Z hlediska líbivosti a estetické atraktivity modelů uvedla většina respondentů, že preferují modely v barvách připomínajících realitu. Uváděli také, že by se jim takové modely líbily například ve škole nebo v muzeích.



Finance a udržitelnost

Při tisku modelů v barvách připomínajících realitu je potřeba pro každý jedinečný model zakoupit potřebné filamenty. Pokud se jedná o specifickou barvu, tak může být pro tisk použito jen trochu filamentu, který bude dále ležet nevyužitý. Naopak pro tisk kontrastních modelů lze opakovaně používat stejnou barevnou paletu filamentů pro různé modely.

Když se tedy tiskne větší množství modelů v kontrastních barvách, tak ušetříte peněženě a v konečném důsledku je ušetřeno i životní prostředí.



PŘÍKLADY SITUACÍ

Ve výuce

Mnoho žáků prahne po poznání a dokáže dobře vytvořené modely ocenit. Do výuky je proto vhodné začlenit jak kontrastní, tak reálné barvy. Žáci si lépe představí reálný vzhled budovy nebo jevu a studenti se závažnějším postižením využijí kontrast. Bonusem může být i zapojení 3D tisku do výuky.

Známa památka

Uživatelé památku mohou znát, ale kvůli svému postižení si ji nemohou zblízka prohlédnout v celé její kráse. Když však budou mít k dispozici model v reálných barvách, mohou si ho prohlédnout i ohmatat. A takový model může samozřejmě sloužit i osobám bez postižení.

Orientace na novém místě

Například v nové škole nebo v nákupním centru nezáleží tolik na barvách, ale na tom, co kde je. Jednotlivé prvky je tedy vhodné zvýraznit kontrastními barvami při tvorbě modelů nebo plánek.

UKÁZKOVÉ BAREVNÉ PALETY

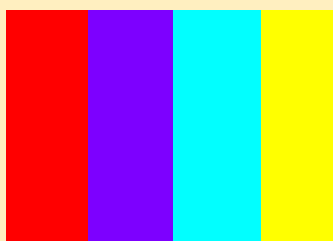
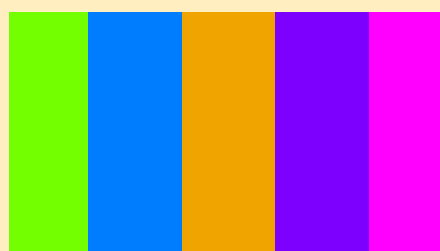
Kontrastní palety

Zde jsou příklady kontrastních barevných palet pro 3D tisk, které ve své diplomové práci navrhl Václav Čech.*

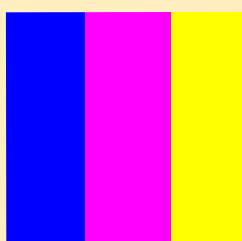
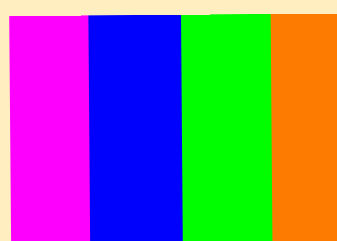
Pětibarevná schémata byla podrobena uživatelskému testování. Schéma vpravo někteří respondenti označovali za příliš křiklavé. Schéma vlevo schvalovala většina respondentů.



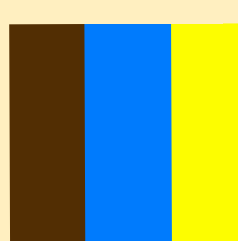
pětibarevná schémata



čtyřbarevná schémata



tříbarevná schémata



*Návrh barevných schémat pro tvorbu tyflomat (ČECH, 2024)

Reálné palety

Při volbě reálných barev nelze vždy zobrazit všechny barvy tak jako v realitě, proto je důležitá pečlivá generalizace provedená dle úsudku autora modelů. Vynechejte barvy zastoupené pouze na drobných detailech a podobné odstíny agregujte do větších celků. Volte takové barvy, ve kterých už máte zajištěné filamenty, nebo vybírejte univerzální odstíny využitelné pro více modelů.



Model Fantovy budovy se zgeneralizovanou barevnou paletou

ZÁVĚR

Byli jste provedeni možnostmi vícebarevného tisku pro osoby se zrakovým postižením. Pokud se na základě této příručky rozhodnete k tvorbě vlastních modelů, tak nezbyvá jen, než popřát hodně štěstí!

Myslete však na již mnohokrát opakované, každý člověk je jiný. Pokud se tedy rozhodnete tvořit modely pro vám známou skupinu osob, zjistěte si jako první jejich preference a potřeby.

**PŘÍRUČKA PRO
TISK VÍCEBAREVNÝCH 3D MODELŮ
PRO OSOBY SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM**

Vypracováno v rámci bakalářské práce
TESTOVÁNÍ VHODNOSTI POUŽITÍ BAREV
PRO TISK MULTIBAREVNÝCH 3D HMATOVÝCH MODELŮ
PRO OSOBY S TĚŽKÝM ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM

příloha č. 1

Katedra geoinformatiky | Přírodovědecká fakulta | Univerzita Palackého v Olomouci
Martin ZÁBRANSKÝ
Olomouc 2026